سلسلة المشاريع الإلكترونية (٨)

دوائر عملية لأجهزة شحن البطاريات وإضاءة الطوارئ

م. أحمد عبد المتعال
م. حمدي السيد متولي



دوائر عملية لأجهزة شحن

البطاريات وإضاءة الطوارئ


بسم الله الرحمن الرحيم

سلسلة المشاريع الالكترونية - (٨)

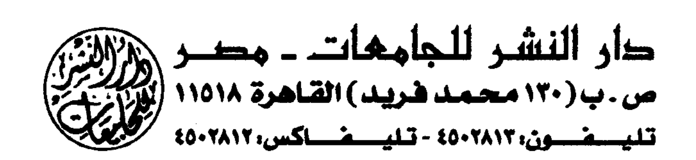
دوائر عملية لأجهزة شحن البطاريات وإضاءة الطوارئ

إعداد

م. أحمد عبد المتعال

م. حمدى السيد متولى

الكتاب : دوائر عملية لأجهزة شحن البطاريات وإضاءة الطوارئ
(سلسلة المشاريع الإلكترونية - ٨)
المؤلف : م. أحمد عبد المتعال - م. حمدى السيد متولى
رقم الطبعة : الأولى
تاريخ الإصدار : ١٤٢٥هـ - ٢٠٠٤م
حقوق الطبع : محفوظة للناشر
الناشر : دار النشر للجامعات
رقم الإيداع : ٩٧/١٣٧٤٦
الترقيم الدولى : I.S.B.N: 977-5526-89-2
الكود : ٢/٨٩



بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ (١٥) ﴾ [الأحقاف: ١٥].

صدق الله العظيم

شكر وتقدير

نتقدم بخالص الشكر **للدكتور محمد عبد الرحمن زين الدين** - بكلية الهندسة الالكترونية بمنوف- مصر.

كما نتقدم بخالص الشكر لكل من قدم لنا يد العون فى إعداد هذا الكتاب وجزاهم الله خير الجزاء.

المؤلفان

محتويات الكتاب

الموضوع		الصفحة

الباب الأول

البطاريات الابتدائية والثانوية

١/١	مقدمة	١٣
١/١/١	عمر البطارية	١٤
١/١/٢	تخزين البطاريات	١٥
١/١/٣	سعة البطارية Capacity (c)	١٥
١/٢	البطاريات الابتدائية	١٦
١/٢/١	خلايا الكربون والزنك	١٦
١/٢/٢	بطاريات كلوريد الزنك	١٨
١/٣	البطاريات الثانوية	١٨
١/٣/١	البطاريات الحمضية	١٨
١/٣/٢	البطاريات القلوية (بطاريات النيكل كادميوم Ni - cad)	٢٦
١/٤	أجهزة شحن البطاريات	٣٢
١/٥	وحدات إضاءة الطوارئ	٣٤

الباب الثانى

العناصر الالكترونية المستخدمة فى الدوائر الالكترونية

٢/١	المقاومات	٤١

٢/١/١	المقاومات الخطية	٤١
٢/١/٢	المقاومات غير الخطية	٤٤
٢/٢	المكثفات	٤٥
٢/٣	عناصر متنوعة	٤٨
٢/٣/١	المصهرات	٤٨
٢/٣/٢	المفاتيح اليدوية	٥٠
٢/٣/٣	الضواغط	٥٢
٢/٣/٤	ريليهات التحكم	٥٣
٢/٣/٥	المحولات	٥٤
٢/٤	الموحدات	٥٦
٢/٤/١	الموحد الباعث للضوء LED	٥٧
٢/٤/٢	موحد الزينر	٥٨
٢/٥	الترانزستور الثنائى القطبية BJT	٥٩
٢/٦	الثايروستور SCR	٦١
٢/٧	الترياك Triac	٦٢
٢/٨	مكبر العمليات OP - Amp	٦٣
٢/٩	الدوائر المتكاملة الرقمية	٦٦
٢/١٠	المؤقت الزمنى 555	٦٨
٢/١١	المؤقت الدقيق ZN 1034E	٦٩
٢/١٢	مصادر القدرة المنتظمة	٧٠

الباب الثالث

دوائر شحن البطاريات القلوية

الباب الرابع

دوائر شحن البطاريات الحمضية

الباب الخامس

دوائر بيان شحن البطاريات

٥/١ دوائر مراقبة الشحن والتفريغ ١٤١

٥/٢ دوائر اختبار البطاريات ١٤٦

الباب السادس

دوائر إضاءة الطوارئ

ملحق ١ تنفيذ المشاريع الالكترونية ١٧٩

ملحق ٢ أوضاع أرجل أشباه الموصلات المستخدمة فى المشاريع ١٨٨

الباب الأول

البطاريات الابتدائية والثانوية

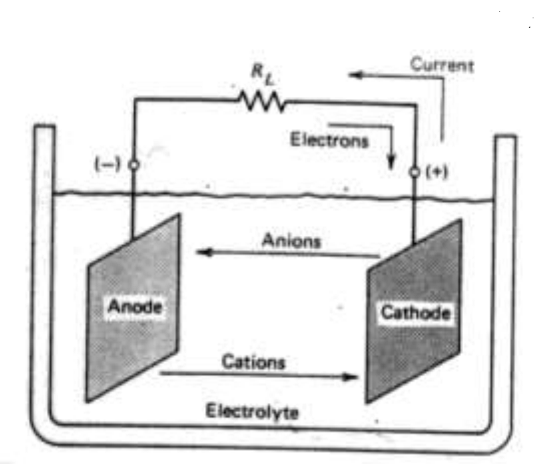
١ لبطاريات الابتدائية والثانوية

١ / ١ - مقدمة

يمكن تعريف البطارية بانها وحدة كهروكيميائية تقوم بتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية، وعندما يكون التفاعل الكيميائى تفاعل فى اتجاه واحد يقال إن البطارية ابتدائية Primary Battary، وعندما يكون التفاعل الكيمائى تفاعلاً قابلاً للانعكاس يقال إن البطارية ثانوية Secandary Battary .

وتتكون البطارية عامة من خلية أو أكثر موصلة على التوالى، وتتكون كل من الخلايا الابتدائية أو الثانوية من قطبين أحدهما يسمى الكاثود (السالب)، والآخر يسمى الأنود (الموجب) .

والشكل (١- ١) يعرض نظرية عمل الخلية بصفة عامة .



الشكل (١- ١)

فعند توصيل حمل كهربى (مقاومة مثلا R) بين الكاثود والأنود يمر التيار الكهربى من الأنود إلى الكاثود خلال الحمل، بينما يمر خلال المحلول الكيميائى من الكاثود إلى الأنود، وهو ما يعرف بحركة الالكترونيات وعلى ذلك يكون اتجاه مرور التيار الكهربى فى الحمل عكس مرور الإلكترونيات فى المحلول الكيميائى داخل البطارية، وهو ما يعرف بالتفاعل الكيميائى حيث يستمر التفاعل الكيميائى إلى أن يتم فصل الحمل أو يتم تفريغ شحنة البطارية تمامًا وعادة يصنع الأنود من أحد المعادن التالية : الرصاص- الكادميوم- المانجنيز أو الزنك . أما الكاثود

فهو مركب كيميائى من أحد هذه المعادن مثل: ثانى أكسيد الرصاص- ثانى أكسيد المنجنيز. ويعتمد معدل التفاعل الكيميائى فى الخلية على مساحة سطح الأقطاب ودرجة الحرارة، وكذلك على الحمل الموصل على أطراف الخلية. وعند تفريغ شحنة الخلية فإن التفاعل الكيميائى ينخفض.

ويمكن القول بإن جميع البطاريات تحتوى على وسط كيميائى فى صور مختلفة، فالبطاريات السائلة الوسط الكيميائى بها عبارة عن محلول كيميائى؛ ولذا يجب عند استخدامها أن تكون فى وضع رأسى؛ لأن إمالة البطارية قد يؤدى إلى تلفها.

وللتغلب على هذه المشكلة يمكن استخدام البطاريات الجافة والتى تحتوى على وسط كيميائى شبه صلب؛ ولذا يمكن استخدامها فى أى وضع. والشكل (١- ٢) يعرض ثلاثة أحجام مختلفة للبطاريات الجافة.

كما أنه تم التغلب على مشكلة الوسط الكيميائى فى البطاريات الثانوية، حيث إنه فى الأنواع الحديثة صنعت مغلقة ومزودة بفتحات للتهوية لإخراج الغازات الناتجة من التفاعل الكيميائى. ومثل هذه الأنواع أمكن استخدامها فى أى وضع تمامًا كما هو الحال فى البطاريات الجافة.



الشكل (١- ٢)

١ / ١ / ١ - عمر البطارية:

ينخفض الجهد فى معظم البطاريات تدريجيًا مع مرور الزمن.

والجدير بالذكر أنه إذا قمنا بشحن البطارية قبل الوصول إلى نقطة النهاية (أصغر جهد يمكن أن تعمل عنده البطارية) فإن هذا سيزيد من عمر البطارية والعكس بالعكس، كما أن استخدام البطارية بصورة متقطعة يزيد من عمر البطارية، وقد يتضاعف عمرها؛ لأنه خلال أوقات التوقف فإن التفاعل الكيميائى يأخذ مجراه،

الأمر الذى يعيد شحنة البطارية مرة أخرى. وتسمى هذه الخاصة بخاصية الاسترجاع، فخلال ٩٥٪ من عمر البطارية يكون جهد البطارية ثابتًا، وبعدها ينخفض جهد البطارية فجأة وصولاً إلى التفريغ الكامل.

١ / ١ / ٢ - تخزين البطاريات:

تزداد فترة صلاحية البطاريات عند تخزينها فى درجات حرارة منخفضة. فارتفاع درجة الحرارة يقلل من زمن صلاحية البطارية، ويمكن القول إن زمن صلاحية البطارية يقل بمعدل 50% لكل ارتفاع فى درجة الحرارة مقداره 10C° عن 20C° وعلى ذلك فإن أنسب درجة حرارة لتخزين البطاريات هى عند 20C°.

١ / ١ / ٣ - سعة البطارية (C) Capacity:

تقاس سعة البطارية (C) بوحدة Ah (أمبير/ ساعة) وهي حاصل ضرب التيار بالأمبير فى الزمن بالساعة. وتحسب سعة البطارية أثناء عملية التصنيع. وتعتمد سعة البطارية (C) أى قيمة الأمبير ساعة التى يمكن للبطارية إمدادها للأحمال على عدة عوامل مثل: معدل التفريغ- معدل الانخفاض فى الجهد المسموح به للحمل- درجة حرارة التشغيل- دورة التشغيل.

فعلى سبيل المثال لو أن بطارية لها سعة مقدارها 8Ah يمكن أن تعطى 8Ah إذا تم تفريغها خلال 20h أى بتيار 0.4A، ويمكن أن تعطى 6Ah إذا تم تفريغها خلال 2 ساعة فقط. وهكذا.

أما بخصوص الانخفاض المسموح به فى الجهد فمثلاً إذا كانت بطارية حمضية جهدها 14.4V وتحتوى على 6 خلايا، أى أن جهد الخلية هو 2.4V، فإنه يمكن تحميل البطارية وصولاً لجهد خلية مقداره 1.75V، أى أن جهد البطارية الأدنى هو 10.5V، فمثلاً إذا كان أقل جهد مسموح به لعمل الحمل هو 11.5V فى هذه الحالة فإنه لا يمكن استخدام أكبر من 75% : 60 من السعة المقننة للبطارية.

وتعتبر أهم العوامل اللازمة لاختيار سعة البطارية هو طبيعة الاستخدام فمثلاً: لنفرض إن حملاً مقداره 250mA، يعمل بمعدل 8 ساعات مستمر كل 24 ساعة، فإن هذا يعنى أن سعة البطارية المطلوبة هى: 8 x 0.25 = 2Ah

أما إذا كان الحمل يعمل بمعدل 8 ساعات كل 24 ساعة بصورة متقطعة (ساعة تشغيل وساعة ونصف توقف)، فإن سعة البطارية اللازمة يمكن أن تصل إلى 0.25 Ah فقط وهكذا.

١ / ٢ - البطاريات الابتدائية :

١ / ٢ / ١ - خلايا الكربون والزنك

تعتبر خلايا الكربون والزنك من أكثر الخلايا الجافة الابتدائية المنتشرة فى هذه الأيام لرخص أثمانها. وتتواجد خلايا الكربون والزنك بأحجام مختلفة. والجدول (١-١) يعرض عدة أحجام لخلايا الكربون والزنك الأكثر انتشاراً بالأسواق.

الجدول (١ - ١)

الجهد V	الارتفاع x القطر أو الارتفاع xالعرضxالطول	المسمى العام	التيار mA	الزمن hr
1.5	13 x 51	AA	10	84
1.5	25 x 50	C	20	100
1.5	33 x 61	D	37.5	150
9	26 x 17 x 49	F22	10	25
9	66 x 54 x 90	-	20	230
9	56 x 54 154	-	20	500

كما يعرض الشكل (١-٣) تركيب خلية الكربون والزنك الاسطوانية.

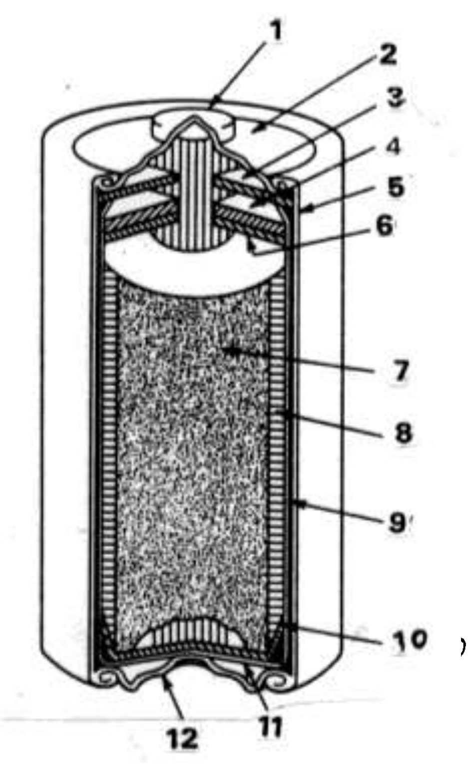
حيث إن :

غطاء موجب من الصلب المقصدر 1

قطب من الكربون 2

ورقة تهوية 3

موانع تسريب من الأسفلت 4



الشكل (١-٣)

5 حلقة عزل شمعية

6 ورق مغطى بطبقة من البولى إثيلين

7 مخلوط أكسيد المنجنيز

8 معجون من الفلور- كلوريد الأمونيا- كلوريد الزنك

9 وعاء من الزنك

10 وعاء من الورق المقوى

11 قاعدة من الورق المقوى المشكلة على شكل نجما

12 قاعدة سالبة من الصلب المقصدر

ويكون جهد بطارية الكربون والزنك حوالى 1.5V ينخفض هذا الجهد إلى 0.9V فى نهاية عمر بطارية الكربون والزنك وبالتالى يمكن القول إن متوسط جهد بطارية الكربون والزنك هو1. 2V ولذلك فإن الأجهزة التى تستخدم هذا النوع من البطاريات يجب أن يكون لها مدى واسع لجهد التشغيل.

ويمكن اختبار بطارية (الكربون والزنك) بتحميل البطارية وقياس جهدها فإذا كان أقل من 0. 9V فهذا يعنى أن البطارية تالفة.

والجدير بالذكر أنه يمكن شحن بطاريات الكربون والزنك إذا توافرت الشروط التالية:

١- جهد البطارية لا يقل عن 1V لكل خلية بدون تحميل.

٢- تشحن البطارية بمجرد فصل الحمل عنها.

٣- يكون الأمبير / ساعة Ah عند إعادة الشحن مساوياً 150% : 120 من أمبير ساعة (Ah) التفريغ.

٤- معدل الشحن يكون منخفضًا جداً ويتم الشحن فى زمن يصل إلى 14 : 12 ساعة.

٥- يتم تحميل البطارية بمجرد الانتهاء من شحنها لأن زمن صلاحية الخلية المعاد شحنها يكون صغير جداً.

علمًا بأن إعادة شحن البطاريات الجافة يمكن أن يكون خطراً جداً، إذا كان معدل الشحن مرتفعًا فيمكن أن تؤدي الغازات الناتجة عن التفاعلات الكيميائية عند الشحن إلى انفجارها وخروج المواد الكيميائية من الخلية الجافة الامر الذى قد يؤدى إلى إصابة الأشخاص القائمين على عملية الشحن.

١ / ٢ / ٢ - بطاريات كلوريد الزنك:

لا يختلف تركيب بطاريات كلوريد الزنك عن بطاريات الكربون والزنك؛ عدا أن الأولى لا تحتوى على كلوريد الأمونيا. وبالرغم من أن استبعاد كلوريد الأمونيا يحسن من التفاعل الكيميائى، ولكن زيادة التفاعلات الكيميائية يلزمها إعادة النظر فى وسيلة الإحكام المستخدمة فى بطاريات كلوريد الزنك. فأثناء التفاعل الحادث داخل البطارية يستهلك ماء؛ لذلك فعند انتهاء عمر البطارية تكون جافة تمامًا.

والجدير بالذكر أن بطاريات كلوريد الزنك لها مقاومة ممتازة للتسرب وتعمل بصورة جيدة فى درجات الحرارة المنخفضة عن بطاريات الكربون والزنك ويمكن القول بأنها بطاريات الخدمة الشاقة (Heavy Duity).

١ / ٣ - البطاريات الثانوية

يمكن تقسيم البطاريات الثانوية إلى:

١- بطاريات حمضية

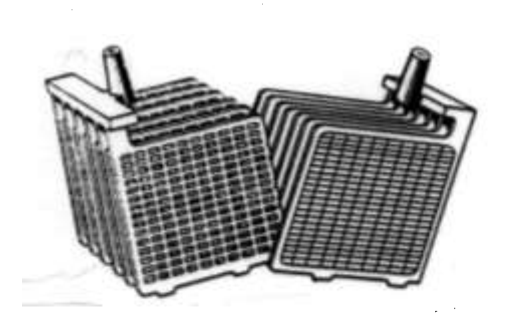
٢- بطاريات قلوية

١ / ٣ / ١ - البطاريات الحمضية:

تتركب البطارية الحمضية عادة من ستة خلايا، وكل خلية تحتوى على مجموعة من الألواح الموجبة والألواح السالبة. وتصنع كل من الألواح الموجبة والسالبة من

شبكة الرصاص، حيث يتم ملئ فتحات تلك الشبكات بالمادة الفعالة الخاصة بكل من الألواح الموجبة والسالبة.

فشبكات الألواح الموجبة تملأ بثانى أكسيد الرصاص (pho2). أما شبكات الألواح السالبة فيتم ملؤها بالرصاص ثم يتم تجميع الألواح الموجبة معًا وكذلك الألواح السالبة كما هو بالشكل (١ – ٤).



شكل (١ – ٤)

وتتداخل الألواح الموجبة مع الألواح السالبة ويتم فصل كل لوح موجب عن كل لوح سالب بمادة لا تتأثر بحامض البطارية (حامض الكبريتيك المخفف). وهذه المادة تكون عازلة لعزل الألواح الموجبة عن الألواح السالبة. والشكل (١ – ٥) يوضح ذلك.

حيث إن:

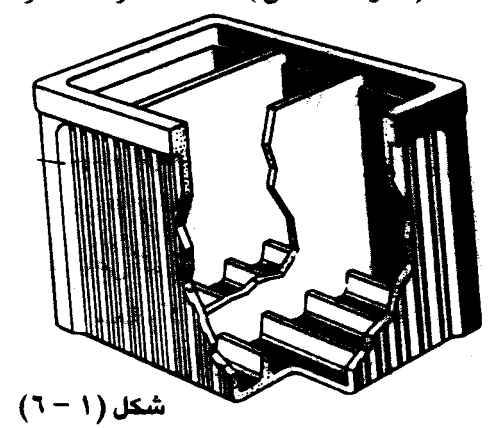
لوح سالب	1
فاصل خشبى	2
فاصل من البلاستيك المموج	3
لوح موجب	4

شكل (١ – ٥)

ويقسم صندوق البطارية إلى خلايا مفردة ويزود قاعة بعوارض حتى لا تتسبب رواسب الرصاص الساقطة من الألواح فى حدوث قصر بين الألواح كما هو موضح بالشكل (١ – ٦)

وتختلف كثافة محلول حامض الكبريتيك المخفف عندما تكون البطارية مشحونة عنها عندما تكون البطارية فارغة، فتبلغ كثافته (1.285 kg/L) عندما تكون البطارية كاملة الشحن، فى حين تبلغ(1.145 kg/L) عندما تكون البطارية فارغة.

وعادة تباع البطاريات الحامضية جافة (بدون حامض) حيث تكون جاهزة للاستخدام مباشرة بعد ملئها بحامض الكبريتيك النقي وتكون كثافته ((1.258 kg /L) على ارتفاع حوالى 10 mm فوق الحافة العليا للفواصل العازلة، ويجب زيادة مستوى المحلول إلى المستوى السابق بعد 5 إلى 6 ساعات تشغيل.



شكل (١ - ٦)

ولشحن البطارية تفك جميع أغطية الخلايا، ويوصل القطب الموجب للبطارية بالقطب الموجب لجهاز الشحن والقطب السالب لجهاز الشحن بالقطب السالب للبطارية مع مراعاة ألا يزيد تيار الشحن عن (C /10) أى (1 /10) من سعة البطارية.

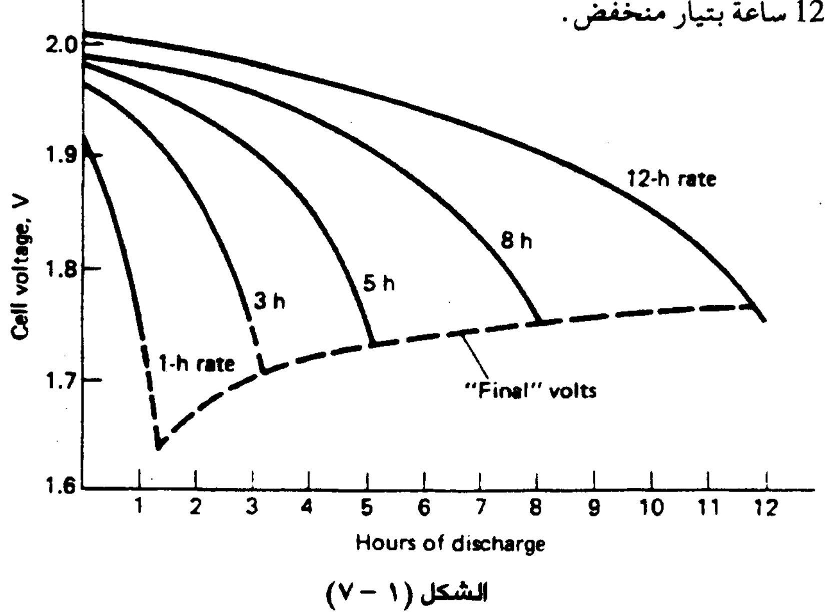
كما أنه يجب ألا ترتفع درجة حرارة المحلول عن 45 C°، وينتهى شحن البطارية عندما يصل جهد الخلية إلى (2.6V)، وكثافة المحلول تكون (1.285 kg /L) كما يلاحظ انطلاق غازات من جميع الخلايا بطريقة نشطة ومنتظمة. وتكون هذه الغازات عبارة عن الهيدروجين (H)، والأكسجين (O2) حيث يتكون منهما غاز متفجر؛ ولذا يجب مراعاة التهوية الجيدة فى غرف الشحن، كما يجب تجنب وجود أى مصدر نار أو شرارة فى هذا المكان.

الخواص الكهربية للبطاريات الحمضية

إن جهد اللاحمل للخلايا الحمضية يتأثر بظروف ألواح الخلايا مثل: الكثافة النوعية للمحلول، ودرجة الحرارة فمثلاً، عند الشحن الكامل للخلية عند درجة 15C°، فإن جهد الخلية عند اللاحمل يساوى 2V، فى حين أنه عند زيادة الكثافة النوعية للمحلول إلى 1.3، فإن جهد الخلية عند اللاحمل عند نفس درجة الحرارة يصل إلى 2.14V، وعند الشحن الكامل يصل إلى (2.3: 2.5V) ولكن هذا الجهد يصل إلى 2V مرة أخرى بمجرد تحميل البطارية؛ علماً بأن جهد اللاحمل يزداد للخلايا بمعدل 0.0004/C°.

والشكل (١ – ٧) يبين العلاقة بين جهد أطراف الخلية وزمن التفريغ عند تفريغ البطارية بتيار ثابت.

فعند تفريغ البطارية فى ساعة واحدة بتيار عالٍ، فإن جهد أطراف الخلية يكون أقل ما يمكن. فى حين يكون جهد أطراف الخلية أكبر ما يمكن عند تفريغ البطارية فى 12 ساعة بتيار منخفض.



الشكل (١ – ٧)

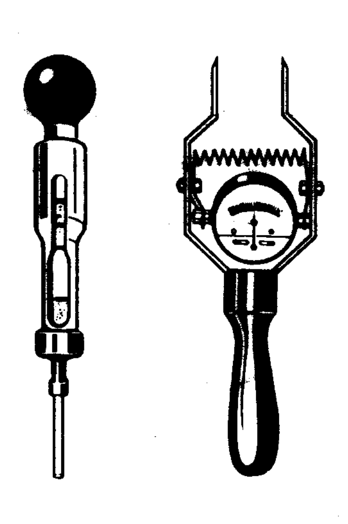
والجدير بالذكر أن المقاومة الداخلية للبطارية تزداد عندما تكون البطارية فارغة.

شحن البطاريات الحمضية

من المعروف أن البطاريات الحمضية تتواجد بصور مختلفة فى الشكل والحجم والسعة. فالبطاريات الحمضية المستخدمة فى المركبات تحتاج إلى تيار شحن يصل إلى عدة أمبيرات فى حين أن البطاريات الحمضية المستخدمة فى وحدات إضاءة الطوارىء تحتاج إلى تيارات شحن صغيرة.

وعادة يتم تحديد الحاجة إلى شحن البطاريات الحمضية المستخدمة فى المركبات من كثافة المحلول، وكذلك جهد الخلية. فإذا انخفضت كثافة المحلول إلى 1.18 فإن هذا يعنى أن البطارية تحتاج إلى شحن، كما أنه بقياس جهد الخلية نجد أن جهدها

فى هذه الحالة يساوى 1.8V .



الشكل (١ - ٨)

ويستخدم جهاز الهيدروميتر لقياس كثافة المحلول فى حين يستخدم جهاز الفولتميتر ذو الشوكتين لقياس جهد الخلية. والشكل (١ - ٨) يعرض جهاز الفولتميتر (أ)، وجهاز الهيدروميتر (ب).

ويبلغ تيار الشحن العادى C/10 فعندما تكون سعة البطارية 70 Ah فإن تيار الشحن العادى يساوى 7A عندما تكون درجة حرارة الحامض لا تزيد عن 45C° وتحتاج البطارية من 6 إلى 10 ساعات لإتمام عملية الشحن. أما فى حالة الشحن السريع فيصل قيمة تيار الشحن إلى 5 مرات من تيار الشحن العادى؛ ولذا يجب أن يوقف الشحن السريع عندما يصل جهد الخلية إلى 2.4V حتى لا تتلف ألواح الخلايا، كما يلاحظ أن شحنة البطارية تصل إلى ٪80 من شحنها فقط عند الشحن بهذه الطريقة.

أما تيار شحن البطاريات الصغيرة المستخدمة فى وحدات إضاءة الطوارىء فيبلغ شدتها C/100 أو C/1000.

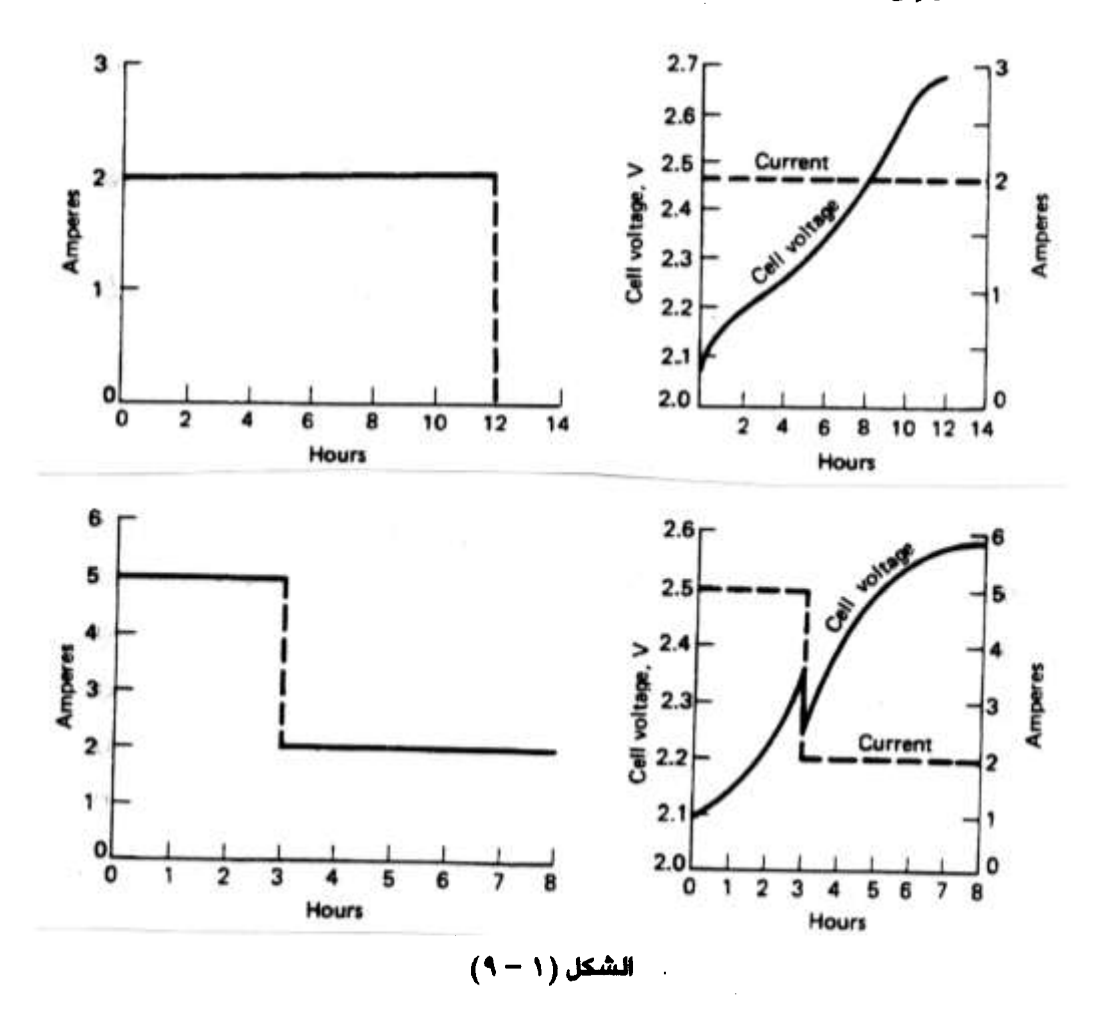
وتوجد بعض أجهزة الشحن ذات مستويات الشحن المختلفة حيث يتم الشحن أولاً بتيار عالٍ نسبيًا وصولاً إلى ٪20 من السعة المعينة للبطارية والتى تقابل جهد 2.15V لكل خلية ثم يقل معدل الشحن بعد ذلك وصولاً لجهد 2.3V لكل خلية. كما أن بعض أجهزة الشحن الحديثة تعمل على ثلاث مستويات للشحن وتكون مزودة كذلك بوسيلة لقياس درجة حرارة المحلول.

ويوجد عدة طرق لشحن البطاريات وهم كما يلى:

أولاً الشحن بتيار ثابت:

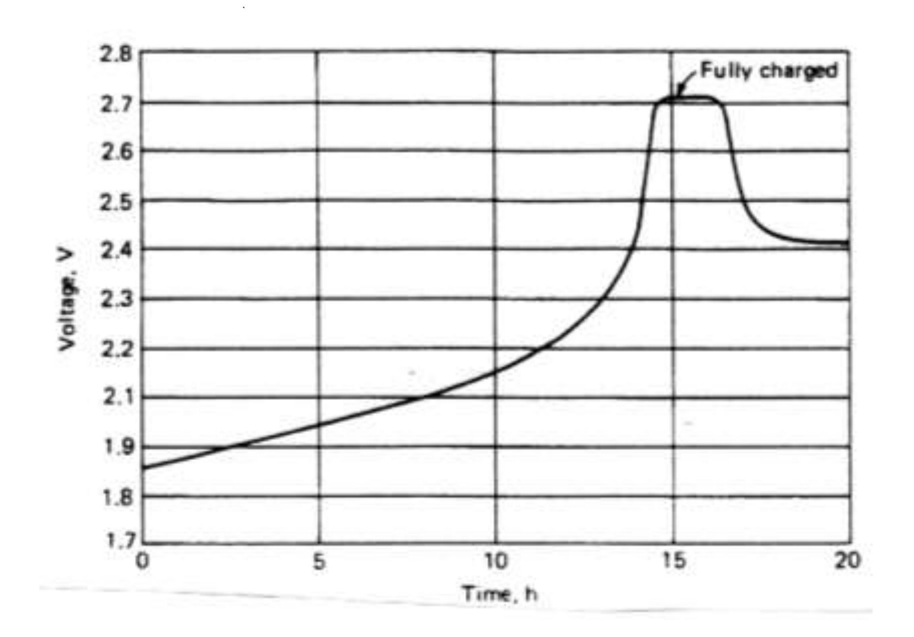
يستخدم هذا النوع من الشحن للبطاريات الحمضية الصغيرة، أو عند معالجة

البطاريات الحمضية التى وصلت إلى مستوى تفريغ متدنى؛ وذلك لإزالة طبقة الكبريتات الموجودة فى الألواح. والشكل (١ - ٩) يعرض العلاقة بين تيار الشحن والزمن اللازم للشحن خلال 12 ساعة بتيار 2A، وكذلك الشحن فى خلال 8 ساعات حيث يكون تيار الشحن حوالى 5A خلال الثلاث ساعات الأولى لعملية الشحن ثم ينخفض إلى 3A خلال 5 ساعات، وذلك لبطارية سعتها 60 Ah.



الشكل (١ - ٩)

كما أن الشكل (١ - ١٠) يعرض منحنى الشحن بتيار ثابت للخلايا الحمضية المغلقة (التى لا تحتاج لصيانة) بتيار شحن يساوى C/100 للوصول للشحن الكامل فى خلال زمن مقداره 15 ساعة.

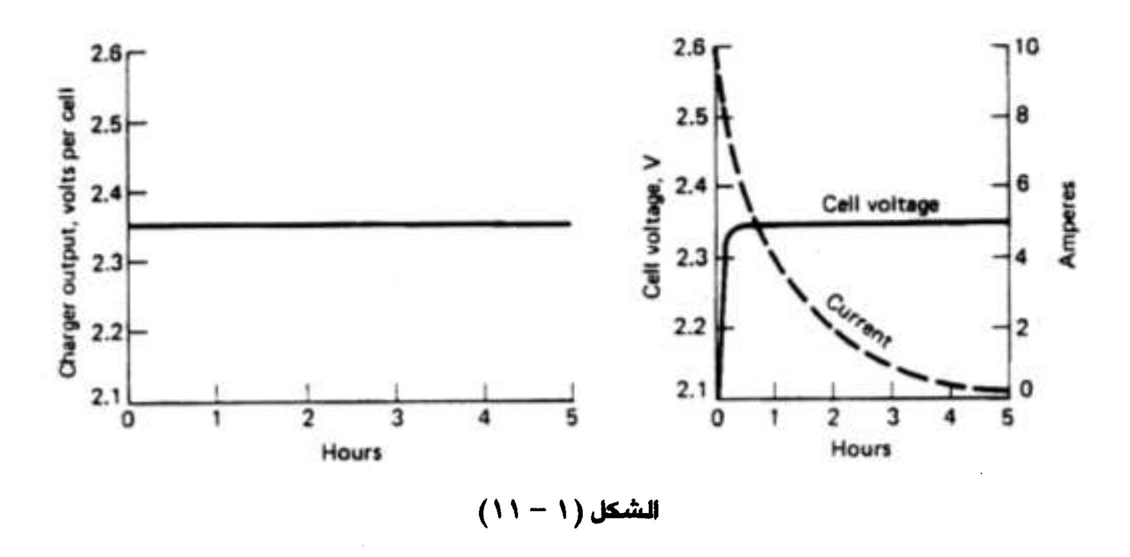


الشكل (١ – ١٠)

ثانيًا : الشحن بجهد ثابت :

تستخدم هذه الطريقة فى شحن البطاريات الحمضية المستخدمة فى السيارات والشكل (١ – ١١) يبين العلاقة بين جهد جهاز الشحن والزمن charge output volt per cele والجهد المقابل للخلية (Cell voltage) وتيار الشحن Carrent ويلاحظ أنه عندما يكون جهد الشاحن للخلية 2.35V فإن تيار الشحن يكون فى البداية 10A وصولاً لتيار شحن يصل إلى 0.2A بعد 5 ساعات.

وتوجد طريقة معدلة للشحن، وذلك عن طريق الشحن بتيار ثابت مقداره (C/5) حيث أن C سعة البطارية بالأمبير ساعة (Ah) وصولاً لجهد 2.39V للخلية بعدها يقلل تيار الشحن ليصل إلى (C/20) وصولاً لنهاية الشحن ويحدد زمن الشحن الكلى بواسطة مؤقت زمنى، وعادة يساوى 8 ساعات ويمكن تقليل هذا الزمن بزيادة تيار الشحن الابتدائى.



الشكل (١ - ١١)

ثالثًا : شحن التعويض : Trickle Charging

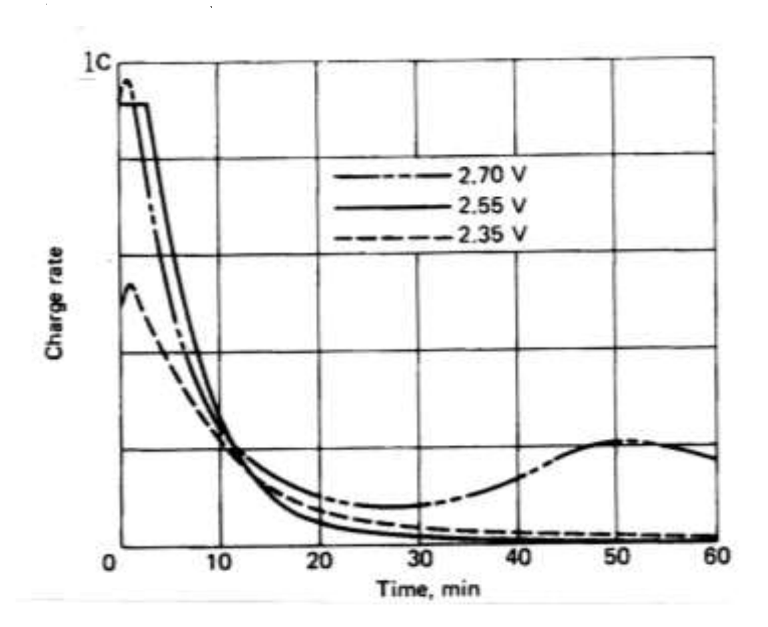
يستخدم شحن التعويض لتعويض التفريغ الذاتى للبطاريات المخزنة لمدة طويلة ويكون هذا النوع من الشحن بتيار ثابت مقداره تقريبًا C/100، حيث إن C هى سعة البطارية بالأمبير ساعة (Ah).

رابعًا : الشحن العائم Float Charging

هو الشحن بجهد ثابت بمعدل بطيىء ويستخدم للمحافظة على جهد البطارية ثابت وتستخدم هذه الطريقة فى السيارات حيث يوجد فى كل سيارة مولد يقوم بشحن البطارية أثناء استخدام السيارة.

خامسًا : الشحن السريع Rapid Charging

ويتم الشحن السريع خلال ساعة أو أقل ويجب أن يتم هذا الشحن مع مراقبة درجة الحرارة لمنع ارتفاع درجة حرارة الحامض، وكذلك لمنع الشحن الزائد ومنع التصاعد الكثيف للغازات gasing . والشكل (١ - ١٢) يعرض منحنيات الشحن السريع لبطارية حمضية من النوع المغلق (لا يحتاج لصيانة) وذلك بثلاثة تيارات شحن مختلفة، حيث يصل تيار جهاز الشحن إلى C حيث C هى سعة البطارية خلال العشر دقائق الأولى فقط ثم يقل تيار الشحن ليصل إلى 0.2C .



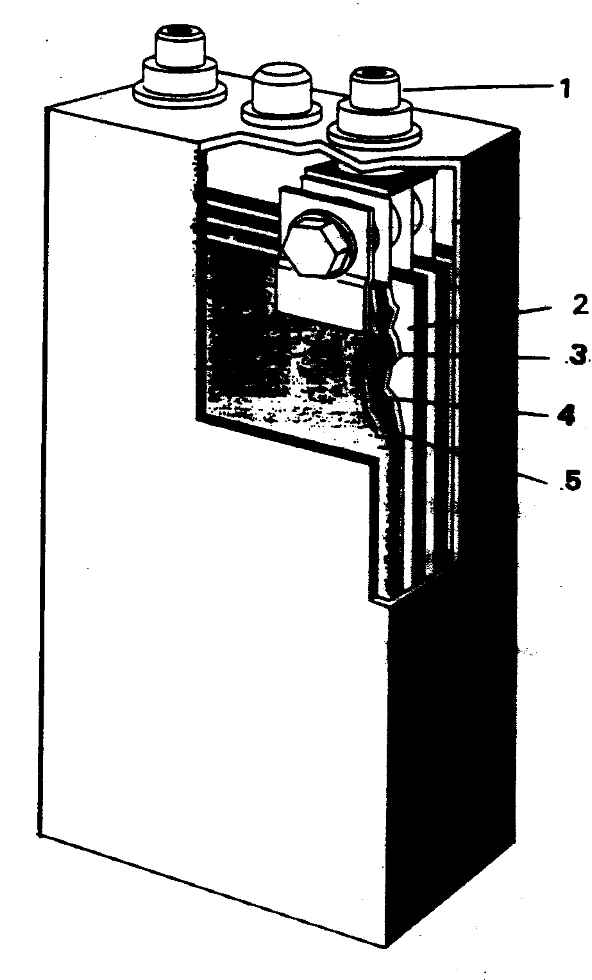
الشكل (١ – ١٢)

١ / ٣ / ٢ – البطاريات القلوية (بطاريات النيكل كادميوم Ni - Cad) :

لبطاريات النيكل كادميوم (Ni - Cad) خواص ممتازة مقارنة بالبطارية الحمضية خصوصاً مع الأحمال ذات القدرات الصغيرة، فهذه البطاريات لا يخرج منها غازات أثناء شحنها، ولا تحتاج لإضافة ماء أثناء الشحن؛ ولكن يعاب على هذه البطاريات قصر أعمارها، وعدم تحملها ظروف الخدمة الشاقة.

تصنع ألواح بطاريات النيكل كادميوم السالبة من هيدروكسيد الكادميوم cd (OH) أما الألواح الموجبة فتصنع من ثاني هيدروكسيد النيكل Ni (OH)2 أما الوسط الكيميائي فهو هيدروكسيد البوتاسيوم (KOH)؛ علماً بانه لا يدخل في التفاعل ولكنه فقط يقوم بحمل الأيونات.

والشكل (١ – ١٣) يعرض تركيب خلية النيكل كادميوم Ni - cad من النوع المغلق ذات الشكل المستطيل.



الشكل (١ - ١٣)

حيث إن

1 طرف توصيل

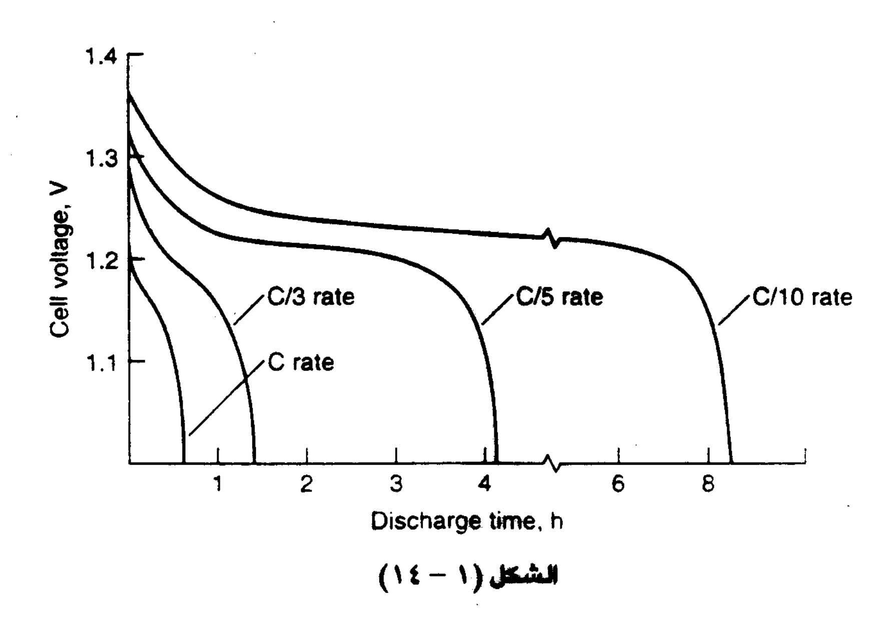
2 فواصل عازلة

3 لوح سالب

4 حواجز

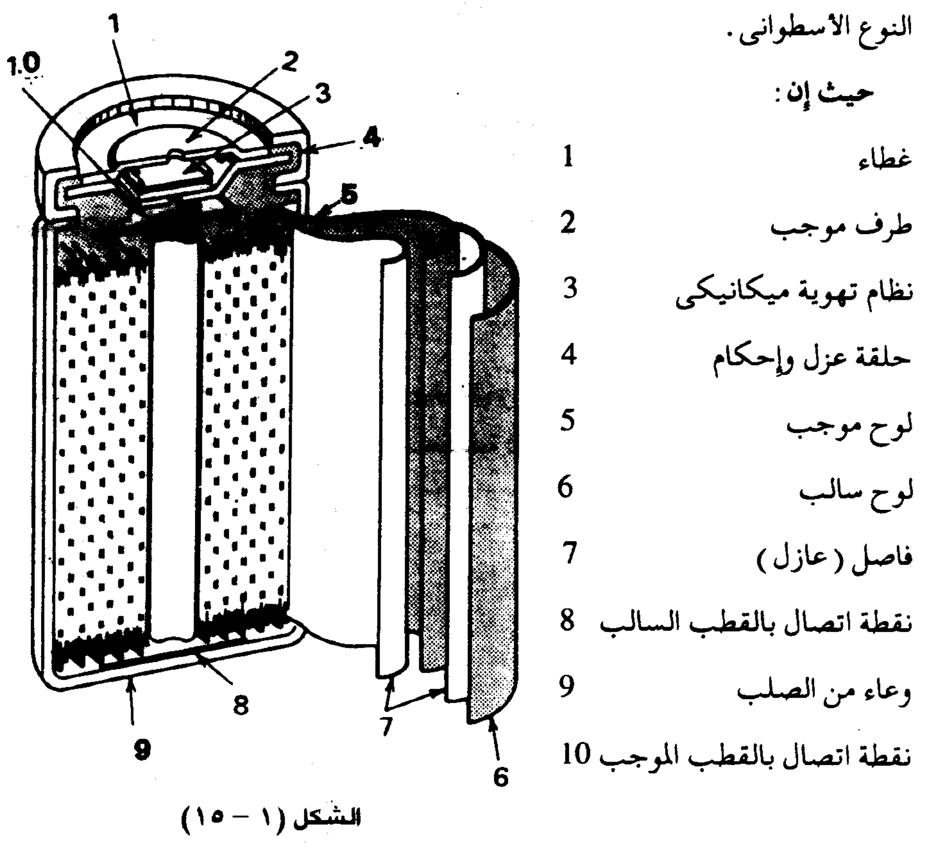
5 لوح موجب

ويكون جهد خلية النيكل كادميوم Ni - cad المحملة 1.2V وعند الشحن الكامل يكون جهدها 1.4V :1.35 ويقال إن الخلية مفرغة تمامًا عندما يكون جهدها 0.9V أما إذا حملت البطارية عند هذا الجهد فإن جهدها يهبط إلى 0V وعادة فإن معدل التحميل العادى لخلايا النيكل كادميوم يساوى C/10 حيث C هى سعة البطارية (Ah). والشكل (١ - ١٤) يعرض العلاقة بين جهد الخلية، وزمن التفريغ عند معدلات مختلفة للتفريغ وهى C، C/3، C/5، C/10 ويلاحظ أنه عند تفريغ بطارية بمعدل C/10 فإنها تحتاج إلى زمن قدره 8 ساعات للتفريغ.



الشكل (١ – ١٤)

كما أن الشكل (١ – ١٥) **يعرض قطاعًا** فى خلية نيكل كادميوم Ni - cad من النوع الأسطوانى.



حيث إن :

غطاء	1
طرف موجب	2
نظام تهوية ميكانيكى	3
حلقة عزل وإحكام	4
لوح موجب	5
لوح سالب	6
فاصل (عازل)	7
نقطة اتصال بالقطب السالب	8
وعاء من الصلب	9
نقطة اتصال بالقطب الموجب	10

الشكل (١ – ١٥)

والجدير بالذكر أن بطاريات النيكل كادميوم Ni - cad لها عمر يساوى 1000 دورة شحن وتفريغ ويمكن تخزينها لمدة غير محددة فى مكان جاف دون الخوف من التلف كما هو الحال فى البطاريات الحمضية.

والجدول (١ – ٢) يعطى الأحجام المختلفة لبعض خلايا النيكل كادميوم Cellsize الأسطوانية الشكل والمتوفرة فى الأسواق.

الجدول (١ - ٢)

ذات سعات عالية		قياسية	
السعة mAh	حجم الخلية	السعة mAh	حجم الخلية
700	AA	50	1/3AAA
580	1/2 A	200	AAA
1200	A	160	N
1700	SC	110	1/3 AA
2400	C	270	1/2 AA
		600	A
		500	2/3 A
		1000	SC
		1800	C
		4000	D

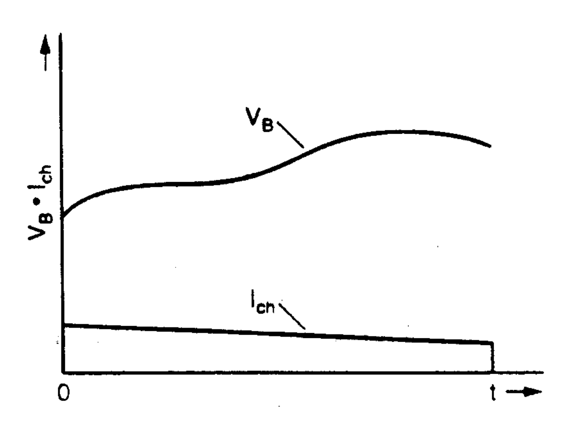
طرق شحن البطاريات القلوية:

هناك عدة طرق لشحن بطاريات النيكل كادميوم المغلقة وهى كما يلى:

١ - الشحن القياسى Standard Charging:

وتعتبر هذه الطريقة أسهل وأرخص الطرق المتبعة لشحن بطاريات النيكل

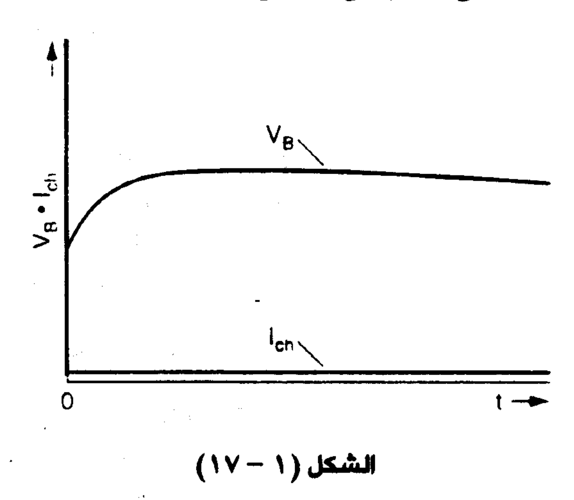
كادميوم. حيث يتم شحن البطارية بتيار ثابت يساوى C/10 وصولاً إلى 140: 150٪ من الشحن الكامل. والشكل (١ – ١٦) يعرض العلاقة بين جهد البطارية V_B وتيار الشحن Ich وزمن الشحن t.



الشكل (١ – ١٦)

٢- شحن التعويض Trickle Charging :

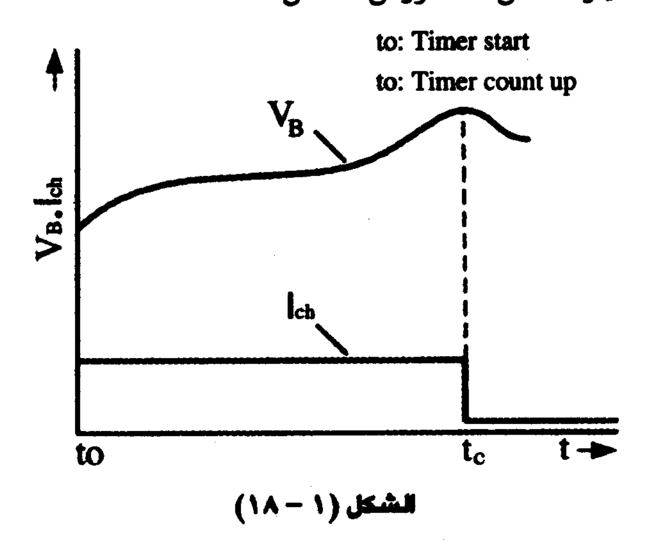
وتستخدم هذه الطريقة لشحن بطاريات وحدات إضاءة الطوارىء وكذلك الشحن الإضافى بعد الشحن السريع ويتراوح تيار الشحن (C/20: C/50) وهذا يعتمد على معدل تفريغ البطارية والشكل (١ – ١٧) يبين العلاقة ما بين جهد البطارية V_B وتيار الشحن Ich وزمن الشحن t.



الشكل (١ – ١٧)

٣ - نظام الشحن المزود بمؤقت زمنى :

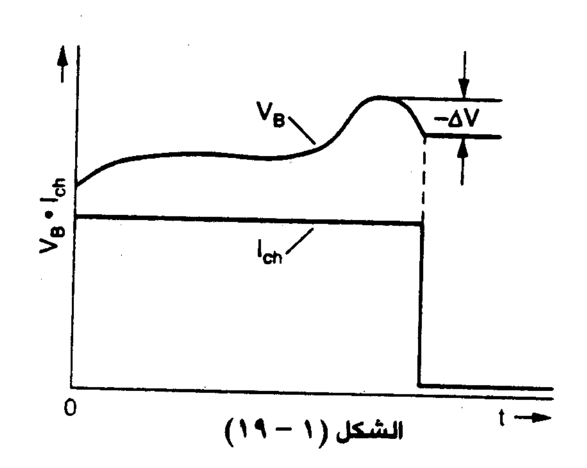
ويستخدم هذا النظام مع البطاريات التى تفرغ كاملاً قبل إعادة شحنها حيث تشحن بتيار أقل من C/5، وبعد فترة محددة يقلل تيار الشحن ليصل إلى (C/20: C/50) . ويستخدم مع هذا النظام دائرة فصل تقوم بفصل دائرة الشحن عن البطارية إذا تعدى تيار الشحن C/5 . والشكل (١ - ١٨) يبين العلاقة بين جهد البطارية V_B، تيار الشحن Ich، وزمن الشحن t .



الشكل (١ - ١٨)

٤ - نظام شحن يعمل على مراقبة جهد البطارية :

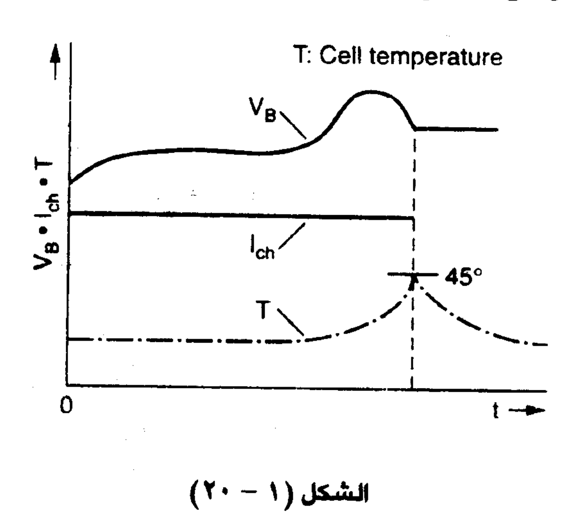
بمجرد حدوث إنخفاض لجهد البطارية بعد وصول الجهد للقيمة العظمى عند الشحن يقلل تيار شحن البطارية لاقل قيمة ممكنة . وهذه الطريقة تستخدم عند الشحن بتيار لا يقل عن 0.5C ويصل الانخفاض فى الجهد إلى 10: 20 mv والشكل (١ - ١٩) يبين العلاقة بين جهد الخلية V_B وتيار الشحن Ich وزمن الشحن t .



الشكل (١ - ١٩)

٥- نظام شحن يعمل على مراقبة درجة الحرارة

فعند وصول درجة الحرارة إلى 45C° يتم قطع تيار الشحن الذى لا يقل عن 0.5C . والشكل (١ - ٢٠) يبين العلاقة بين جهد البطارية V_B وتيار الشحن Ich ودرجة الحرارة T وزمن الشحن t .



الشكل (١ - ٢٠)

١ / ٤ - أجهزة شحن البطاريات :

كما عرفنا مما سبق أن من الخواص العامة للبطاريات الابتدائية والثانوية أن

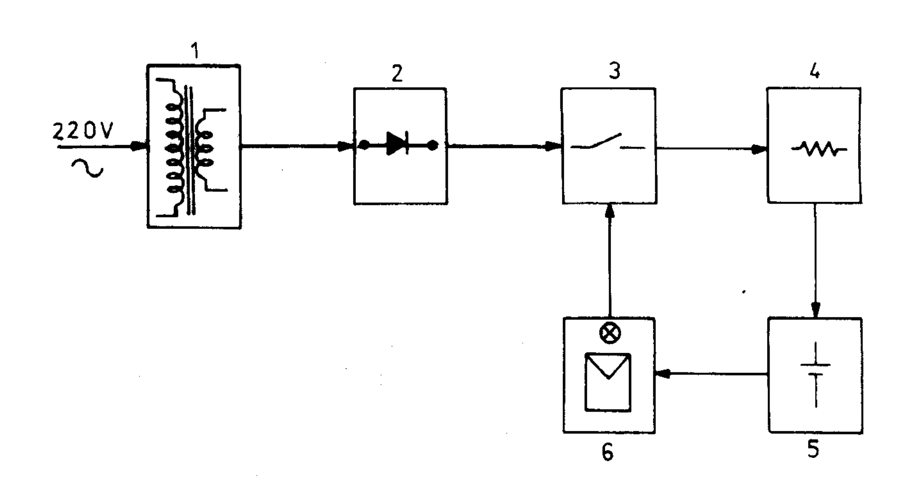
البطاريات الابتدائية الجافة تستخدم حتى تتلف تمامًا وتستبدل بأخرى جديدة أما البطاريات الثانوية فهى بطاريات قابلة للشحن حيث يعاد شحنها بعد تفريغها. ولشحن البطاريات تستخدم أجهزة تسمى بأجهزة شحن البطاريات وهى عبارة عن مصدر قدرة تيار مستمر. حيث يقوم الجهاز بتحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر بجهد أعلى قليلاً من جهد البطارية المراد شحنها ومعظم أجهزة شحن البطاريات تكون مزودة بعناصر مراقبة وتحكم فى معدل الشحن. **وتتكون أجهزة الشحن بصفة عامة من:**

١- محول لخفض جهد المصدر المتردد إلى الجهد المرغوب ولعزل دائرة الشحن كليًا عن مصدر التيار المتردد وبالتالى تعمل على الحماية من الصدمة الكهربية من جهد المصدر المتردد.

٢- دائرة توحيد لتحويل التيار المتردد إلى تيار مستمر.

٣- دائرة تحديد تيار الشحن لمنع تعدى تيار الشحن القيمة المطلوبة.

والشكل (١ - ٢١) يعرض مخططًا صندوقيًا لجهاز شحن بطارية.



الشكل (١ - ٢١)

ويتكون من:

محول خفض	1
دائرة توحيد	2
مفتاح	3
دائرة تحديد تيار الشحن	4
البطارية المراد شحنها	5
وحدة تحكم ومراقبة عملية الشحن	6

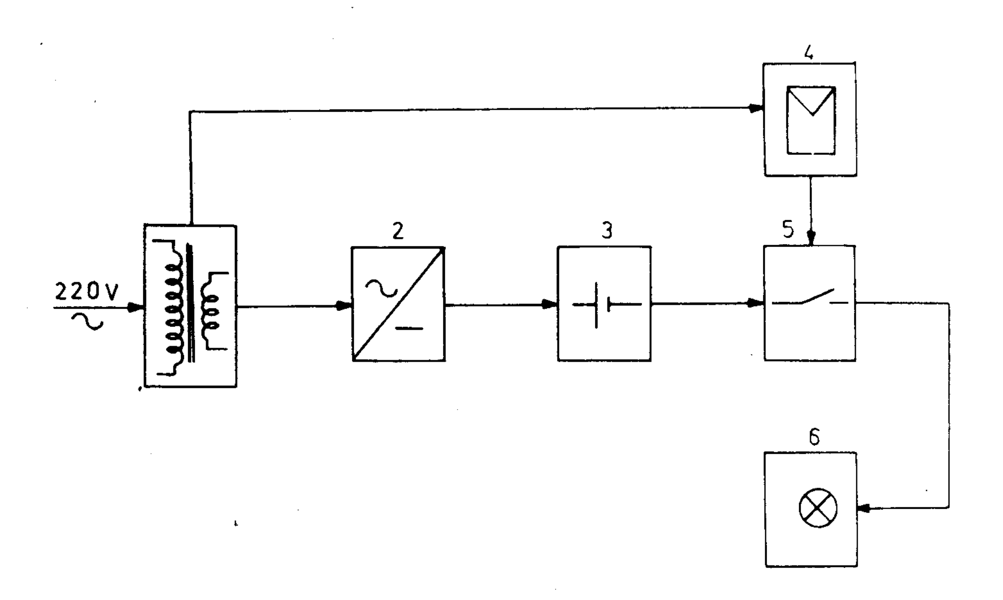
ويعتمد حجم المحول المستخدم على القدرة المطلوبة فى عملية الشحن، فالمحولات الصغيرة تستخدم عند شحن البطاريات القلوية (النيكل كادميوم Ni - cad) فى حين تستخدم المحولات الكبيرة فى أجهزة شحن البطاريات الحمضية.

أما دائرة المراقبة والتحكم فى معدل الشحن فهى تعمل على تقليل تيار الشحن عند الوصول للشحن الكامل، وتمرر تيار يسمى بتيار التعويض Trickle Current من أجل تعويض تفريغ البطارية الناتج عن تيار التسرب Leakage Current مما يجعل البطارية فى حالة شحن كامل بصفة مستمرة وتسمى هذه الحالة بشحن التعويض Trickle Charging.

١ / ٥ – وحدات إضاءة الطوارىء:

وحدات إضاءة الطوارىء: هى وحدات إضاءة تضىء عند انقطاع المصدر الأساسى وتطفأ أتوماتيكيًا عند عودة تيار المصدر. وتمتاز وحدات إضاءة الطوارىء بصغر حجمها وإمكانية حملها. وتستخدم وحدات إضاءة الطوارىء فى المستشفيات والبنوك ومحلات المجوهرات، وكذلك المنازل... إلخ.

والشكل (١ – ٢٢) يعرض مخططًا صندوقيًا يوضح فكرة عمل وحدات إضاءة الطوراىء ذات اللمبة المتوهجة.



الشكل (١ – ٢٢)

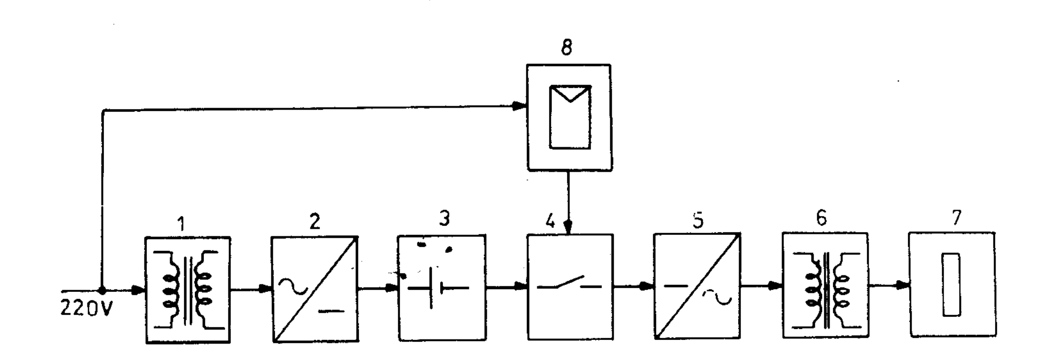
ويتكون من :

محول	1
دائرة توحيد	2
البطارية	3
وحدة مراقبة المصدر الكهربى الأساسى	4
مفتاح	5
المصباح	6

فأثناء وجود التيار الكهربى الأساسى فإن وحدة الشحن المؤلفة من المحول، دائرة التوحيد (1,2) تقوم بشحن البطارية (3). وبمجرد انقطاع التيار الكهربى الأساسى تقوم وحدة مراقبة المصدر الكهربى الأساسى (4) بتشغيل المفتاح (5) وبالتالى يتصل المصباح (6) مباشرة مع البطارية (3) فيضىء وعند عودة التيار الكهربى تقوم وحدة مراقبة المصدر الكهربى الأساسى (4) بإعادة المفتاح (5) لوضعه الطبيعى أى مفتوح فينطفىء المصباح الكهربى.

وعند مقارنة وحدات إضاءة الطوارىء الفلورسنت بوحدات إضاءة الطوارىء المتوهجة نجد أن الأولى تعطى إضاءة أشد عند نفس القدرة ولكن يعاب على وحدات إضاءة الطوارىء الفلورسنت أنها تحتاج لعاكس لتحويل الجهد المستمر لجهد متردد ذو جهد عال.

والشكل (١ – ٢٣) يعرض المخطط الصندوقى لوحدات إضاءة الطوارىء الفلورسنت.

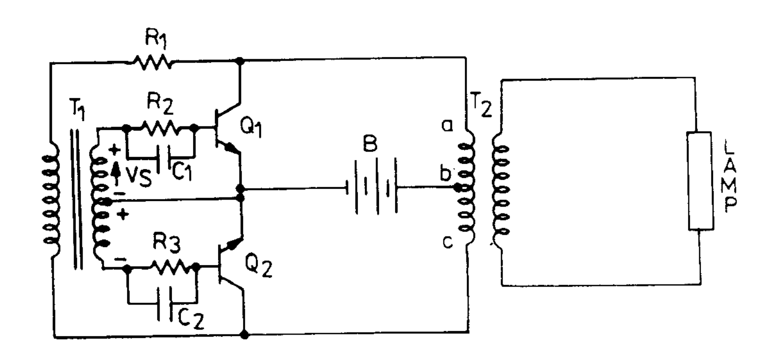


الشكل (١ – ٢٣)

ويتكون من :

محول خافض	1
قنطرة توحيد	2
بطارية	3
مفتاح	4
عاكس لتحويل التيار المستمر إلى تيار متردد	5
محول رافع	6
لمبة فلورسنت	7

وتتكون العواكس Inverters من مذبذبات ترانزستورية يمكن أن تتذبذب بترددات مختلفة 50 or 60 or 400 HZ، ويتم رفع الجهد المتردد الذى حصلنا عليه من المذبذبات الترانزستورية بواسطة محول رفع. ومعظم العواكس يكون خرجها موجة مربعة وهذا مفيد لمعظم التطبيقات إلا أنه في بعض الأحيان قد تحتاج لمذبذبات موجات جيبية. والشكل (١ - ٢٤) يعرض نموذجًا مبسطًا لعاكس.



الشكل (١ - ٢٤)

وباعتبار أنه لعدم مثالية الدائرة فإن أحد الترانزستورين Q2، Q1 يكون فى حالة وصل ON والثانى يكون فى حالة فصل OFF. وليكن Q1 فى حالة وصل ON، فينقل جهد البطارية على أطراف الملف ab للمحول T2 وبفعل المقاومة R_1 يتحول Q_1لحالة الفصل فى حين يتحول Q2 لحالة الوصل فينتقل جهد البطارية على أطراف الملف bc، وبذلك يتشكل جهد متردد على أطراف المحول ac ويعتمد تردده على قيمة R_1 حيث يقوم المحول T2 برفع الجهد على أطراف المصباح الفلورسنت لجهد يصل إلى 220V ليضيء المصباح.



الباب الثانى

العناصر الالكترونية المستخدمة
فى الدوائر الالكترونية



العناصر الالكترونية المستخدمة فى الدوائر الالكترونية

٢ / ١ - المقاومات Resistors

تعتبر المقاومات من أهم العناصر المستخدمة فى الدوائر الالكترونية وتصنع المقاومات من مواد مختلفة؛ علماً بأن نوع مادة المقاومة يحدد الخواص الفنية لها.

وتنقسم المقاومات بصفة عامة إلى :

١- مقاومات خطية Linear Resistors

٢- مقاومات غير خطية Non Linear Resistors

٢ / ١ / ١ - المقاومة الخطية

وهى المقاومات التى تخضع لقانون أوم مثل :

أ- مقاومات بنقطة تفرع Topped Resistors وهذه المقاومات تتيح فرص الحصول على مقاومات مختلفة من نقاط تفرعها.

ب- الريوستات Rheostat وهى مقاومات متغيرة بطرفين حيث تتغير المقاومة بين طرفيها بتغير وضع زراع ضبطها.

جـ- مجزئ الجهد Potentiometer ويكون له ثلاثة أطراف 3 ,2 ,1، بحيث إن المقاومة بين الطرفين 3 ,1 تمثل المقاومة الكلية للمجزئ وهى ثابتة ولا تتغير بتغيير وضع زراع ضبط المجزئ، وتساوى مجموع المقاومة بين الطرفين 1,2 والمقاومة بين الطرفين 3 ,2 وهما مقاومتين متغيرتين يتغيرا تبعاً لتغير وضع ذراع ضبط المجزئ.

ء- المقاومات الثابتة القيمة. **ويوجد عدة طرق لتشفير قيمة المقاومة الثابتة وهم كما يلى :**

١ - طريقة التشفير الحرفية (الطريقة الانجليزية)، حيث تستخدم الأحرف التالية كمضاعفات :

$M = 10^6$ $K = 10^3$ $R = 1$

والحروف التالية لبيان التفاوت :

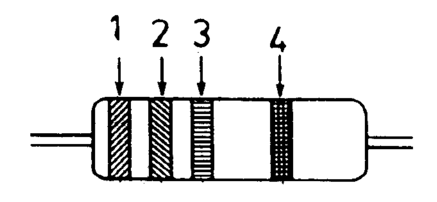
F = ± 1%, G = ± 2%, J = ± 5%, K = ± 10%, M= ± 20%

فمثلاً :

المقاومة	100 RK	تعنى مقاومة	100 Ω ± 10 ٪
والمقاومة	10 K 2 G	تعنى مقاومة	10.2 K Ω ± 2٪
والمقاومة	1M 3K	تعنى مقاومة	1.3 M Ω ± 10 ٪

٢ - طريقة التشفير بالألوان

وتستخدم هذه الطريقة مع المقاومات الصغيرة والتى تتراوح قدرتها ما بين (0.25: 2w) ويرسم على المقاومة أربع أو خمس حلقات ملونة قريبة من أحد جانبيها وعادة ترقم هذه الحلقات الملونة من اليسار إلى اليمين وهذا موضح بالشكل (٢ - ١).



الشكل (٢ - ١)

فبالنسبة للمقاومات ذات الأربع حلقات الملونة فإن :

الحلقة الأولى : تعطى الرقم الأول.

الحلقة الثانية : تعطى الرقم الثانى.

الحلقة الثالثة : تعطى المضاعف أو الجزء.

الحلقة الرابعة : تعطى التفاوت.

وبالنسبة للمقاومات ذات الخمس حلقات الملونة فإن :

الحلقة الأولى : تعطى الرقم الأول .

الحلقة الثانية : تعطى الرقم الثانى .

الحلقة الثالثة : تعطى الرقم الثالث .

الحلقة الرابعة : تعطى المضاعف أو الجزء .

الحلقة الخامسة : تعطى التفاوت .

والجدول (٢ - ١) يعطى مدلول الألوان المختلفة للحلقات المختلفة .

الجدول (٢ - ١)

اللــــون	أسود	بنى	أحمر	برتقالى	أصفر	أخضر	أزرق	بنفسجي	رمادى	أبيض	ذهبى	فضى	بدون لون
الرقم	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	--	--	--
المضاعف أو الجزء	1	10	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	0.1	0.01	--
التفاوت كنسبة مئوية	--	±1	±2								±5	±10	

فمثلاً إذا كانت ألوان الحلقات الأربعة لمقاومة كربونية :

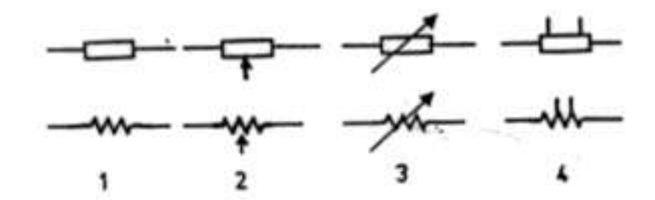
الحلقة الأولى : بنى ويكافئ 1

الحلقة الثانية : أسود ويكافئ 0

الحلقة الثالثة : أزرق ويكافئ 10^6

الحلقة الرابعة : ذهبى ويكافئ ±5%

فإن قيمة المقاومة يساوى $10X10^6$ ±5% أى (10MΩ±5%)، وفيما يلى الرموز الكهربية للمقاومات الخطية، حيث إن الرمز 4 لمقاومة بنقطتى تفرع، والرمز 2 لريوستات، والرمز 3 لمجزئ جهد، والرمز 1 لمقاومة ثابتة .



٢ / ١ / ٢ - المقاومات غير الخطية :

وهى مقاومات لا تخضع لقانون أوم لأن قيمتها تتغير تبعاً لمؤثرات خارجية مثل :

أ - المقاومة الحرارية Thermistor، وهناك نوعان من المقاومات الحرارية وهما :

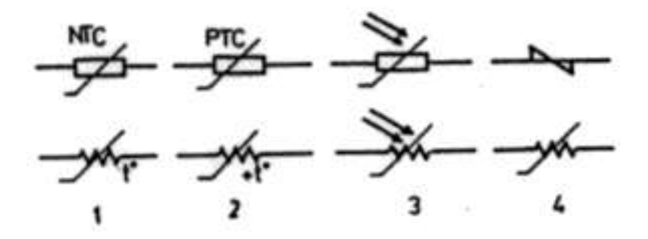
- المقاومة الحرارية .P. T. C وهى مقاومة تزداد قيمتها بزيادة درجة حرارتها .

- المقاومة الحرارية .N. T. C وهى مقاومة تقل قيمتها بزيادة درجة حرارتها .

ب - المقاومة الضوئية (حساسة للضوء) .L. D. R، وتقل مقاومتها عند تعرضها للضوء من عدة ميجا أوم فى الظلام إلى عدة مئات من الأوم فى ضوء النهار .

جـ - مقاومة معتمدة على الجهد .V. D. R وتقل قيمتها بزيادة الجهد المسلط عليها .

وفيما يلى رموز هذه المقاومات، الرمز 1 لمقاومة ذات معامل حرارى سالبة NTC، والرمز 2 لمقاومة حرارية ذات معامل حرارى موجب PTC، والرمز 3 لمقاومة ضوئية LDR، والرمز 4 لمقاومة تعتمد على الجهد VDR .



٢ / ٢ - المكثفات Capacitor's :

يقوم المكثف بتخزين الشحنة الكهربية أثناء تعرضه لفرق جهد بين طرفيه وتتوقف عملية الشحن عندما يتساوى الجهد المتشكل على أطرافه مع جهد المصدر، ويقوم المكثف بتفريغ شحنته عند انخفاض جهد المصدر عن فرق الجهد بين طرفى المكثف أو انعدامه، ويسمى المكثف عادة تبعاً لنوع العازل المستخدم فيه مثل الورق والميتا والسيراميك والمحاليل الكيميائية... إلخ، والشكل (٢ - ٢) يعرض أشكالاً مختلفة للمكثفات.

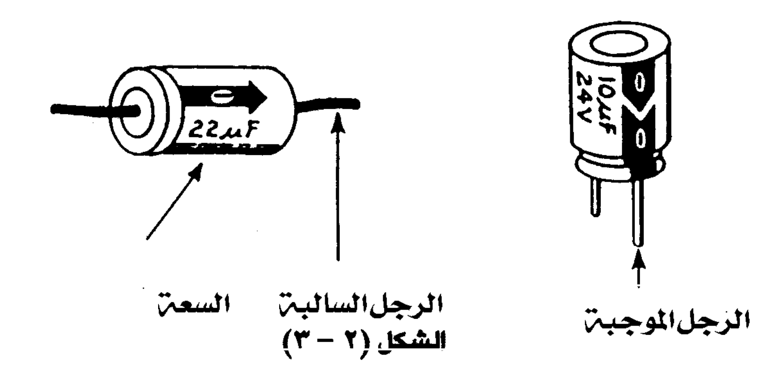


الشكل (٢ - ٢)

يوجد عدة طرق لتشفير المعلومات الفنية للمكثفات تختلف باختلاف نوع المكثف أهمها :

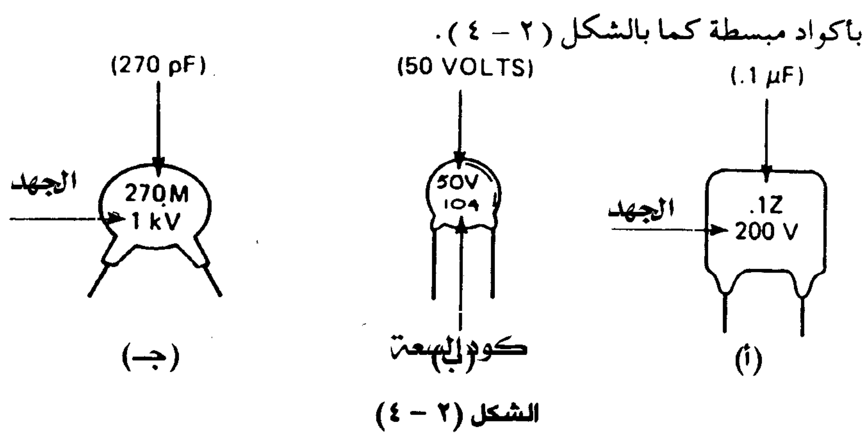
١ - **طريقة العرض المباشر** : حيث تكتب المعلومات الفنية مباشرة على الغلاف المعدنى للمكثف الكيميائى فتكتب سعة المكثف بالميكروفاراد (μF) وجهد التشغيل بالفولت (V)، وكذلك توضع قطبية أحد أطراف المكثف سواء الطرف الموجب (+) أو الطرف السالب (-)، وهذا موضح بالشكل (٢ - ٣)، حيث

توضع إشـارة حـمـراء عند القطب الموجب أو سـوداء أو زرقـاء عند القطب السالب .



الشكل (٢ - ٣)

٢ - **طريقة التشفير الحرفية :** وتستخدم هذه الطريقة مع المكثفات الصغيرة التى تكون على شكل قرص Disc، حيث يكتب عليها السعة، وجهد التشغيل بأكواد مبسطة كما بالشكل (٢ - ٤) .



الشكل (٢ - ٤)

فالسعات تكتب بأكواد حرفية : فالحرف Z يعنى ميكروفاراد μF .

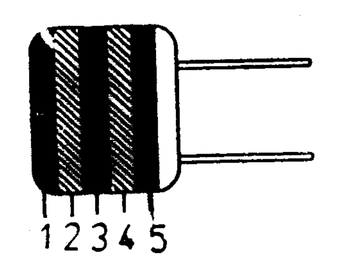
والحرف M يعنى بيكوفاراد PF .

فالشكل (أ) مكثف سعته 0.1Z أى 0.1μF، والشكل جـ مكثف سعته 270M أى مكثف سعته 270PF .

٣ - **طريقة التشفير العددية :** ويستخدم فيها ثلاثة أعداد، حيث يمثل العدد الثالث عدد الأصفار بعد العددين الأول والثانى، ففى الشكل (٢ - ٤ ب) مكثف

سعته يعبر عنها بالشفرة 104، أى 10.0000PF، أما الجهد فيكتب مباشرة على المكثف.

٤ – **طريقة التشفير بالألوان**: حيث يرسم عدة شرائط ملونة، على غلاف المكثف كما بالشكل (٢ – ٥) وتستخدم هذه الطريقة مع المكثفات البولى إستر الراتنجية Resin Dipped Polyester Capacitor، والجدول (٢ – ٢) يبين مدلول الألوان المختلفة للشرائط المختلفة.



الشكل (٢ – ٥)

الجدول (٢ – ٢)

اللـــــون	أسود	بنى	أحمر	برتقالى	أصفر	أخضر	أزرق	بنفسجى	رمادى	أبيض
الشريط الأول والثانى الرقم المقابل	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
الشريط الثالث المضاعف				10^3	10^4	10^5				
الشريط الرابع التفاوت	±20%									±10%
الشريط الخامس الجهد المستمر			250V		400V					

مثـــال: إذا كان لون الشـريط الأول   بنى   يكافئ   1

والشريط الثانى   أسود   يكافئ   0

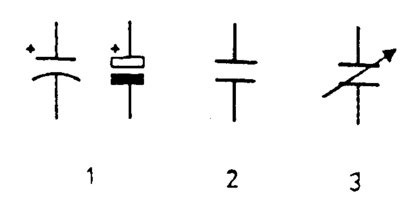
الشريط الثالث   برتقالى   يكافئ 10^3

الشـــريط الرابع أسـود يكافئ ±20%

الشريط الخامس أحمر يكافئ 250 VDC

أى أن سعة المكثف تصبح مساوية $10 \times 10^3 = 10^4$ PF مع تفاوت مقداره ±20% وجهد تشغيل مستمر يساوى 250 VDC.

وفيما يلى رموز المكثفات: فالرمز 1 لمكثف كيميائى، والرمز2 لمكثف عادى، والرمز 3 لمكثف متغير السعة.



٢ / ٣ - عناصر متنوعة :

سنتناول مجموعة من العناصر التى كثيراً ما تستخدم فى الدوائر الالكترونية مثل المصهرات – المفاتيح – الضواغط – ريلاهات التحكم – المحولات.

٢ / ٣ / ١ - المصهرات Fuses :

عادة يتم حماية الدوائر الالكترونية من الزيادة المفرطة للتيار الكهربى عند حدوث قصر بالدائرة أى عند تلامس الطرف الموجب + مع الطرف السالب – أو مع أرضى الدائرة وذلك باستخدام المصهرات.

وعادة تكون المصهرات على شكل أنبوبة مصنوعة من الزجاج أو السيراميك له قاعدتان معدنيتان متصلتان معاً من الداخل بسلك رفيع من النحاس أو الرصاص، وهذا السلك مصمم لكى ينقطع عند زيادة قيمة التيار المار بالمصهر عن الحد المقنن له بقيمة كبيرة، وهناك أنواع متعددة من المصهرات حسب سرعة فصلها، **وفيما يلى الأنواع المختلفة للمصهرات حسب سرعة فصلها :**

١ - مصهرات سريعة الفصل بدرجة كبيرة [Supper Quick Acting (FF)]، وتستخدم لحماية العناصر الالكترونية المصنوعة من أشباه الموصلات ويرمز لها بالرمز FF، والجدول (٢ – ٣) يبين خواص هذا النوع.

الجدول (٢ - ٣)

شدة التيار	1.2In	2In	2.75In	4In	10In
أدنى زمن للفصل	60min	10mS	4mS	2mS	--
أقصى زمن للفصل	--	2S	50mS	15mS	2mS

حيث إن :

In التيار المقنن للمصهر.

min دقيقة.

S ثانية.

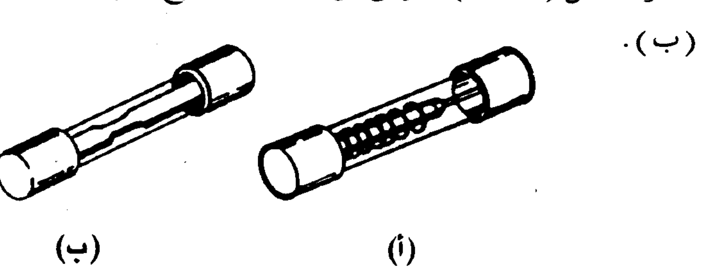
mS مللي ثانية.

٢ - مصهرات سريعة الفصل (F) Quick acting.

٣ - مصهرات تتحمل قفزات التيار المفاجئة (T) Anti - Surge.

وهي تتحمل تياراً يساوى 10 مرات التيار المقنن لها بدون أن تنهار، وذلك خلال فترة زمنية تساوى 20mS وتستخدم لحماية المحولات.

والشكل (٢ – ٦) يعرض نموذجاً لمصهر نوع T (أ) وآخر لمصهر سريع الفصل (ب).



(ب) (أ)

الشكل (٢ - ٦)

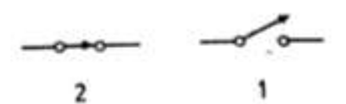
وفيما يلى الرمز الكهربى للمصهرات :



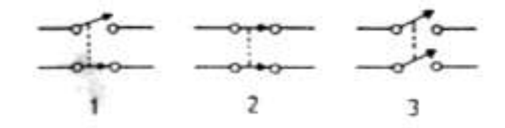
٢ / ٣ / ٢ - المفاتيح اليدوية Switches :

تعد المفاتيح اليدوية وسيلة الوصل والفصل اليدوية فى الدوائر الالكترونية ، ويوجد أنواع مختلفة للمفاتيح تبعاً لوظيفتها مثل :

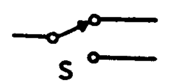
١ - **مفتاح قطب واحد سكة واحدة (SPST)** ، وهذا المفتاح يحتوى على ريشة واحدة إما مغلقة أو مفتوحة، فعند تشغيل المفتاح تفتح ريشه المغلقة .N. C أو تغلق ريشه المفتوحة (.N.O)، وفيما يلى رمز مفتاح SPST بريشة مفتوحة .N. O، الرمز (1) وبريشة مغلقة .N. C الرمز (2) .



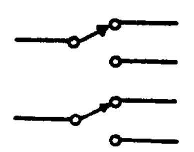
٢ - **مفتاح قطبين سكة واحدة (DPST)** ، وهذا المفتاح يحتوى على ريشتين مفتوحتين 2N.O أو مغلقتين 2N.C أو احداهما مفتوحة، والأخرى مغلقة (N.O + NC)، وعند تشغيل هذا المفتاح يدوياً تنعكس حالة ريش المفتاح فتغلق الريشة المفتوحة N.O وتفتح الريشة المغلقة N.C، وفيما يلى رمز المفتاح DPST بريشتين مفتوحتين 2N.O(3)، وبريشتين مغلقتين 2NC(2)، وبريشة مفتوحة وأخرى مغلقة N.O + N.C (1) .



٣ - **مفتاح قطب واحد سكتين (SPDT)**، وهذا المفتاح له ريشة قلاب C.O، ويكون للمفتاح ثلاثة أطراف أحدهما مشترك، والثانى مفتوح، والثالث مغلق، وعند تشغيل هذا المفتاح تنعكس حالة هذا المفتاح فيغلق الطرف المفتوح ويفتح الطرف المغلق، وفيما يلى رمز المفتاح (SPDT):



٤ - **مفتاح قطبين سكتين (DPDT)**، وهذا المفتاح مزود بريشتى قلاب كالتى فى المفتاح (SPST)، وفيما يلى رمز هذا المفتاح:



علماً بأن الأنواع الأربعة السابقة تتواجد فى عدة صور تبعاً لطريقة تشغيلها مثل:.

أ - مفتاح بذراع يدوى Toggle Switch.

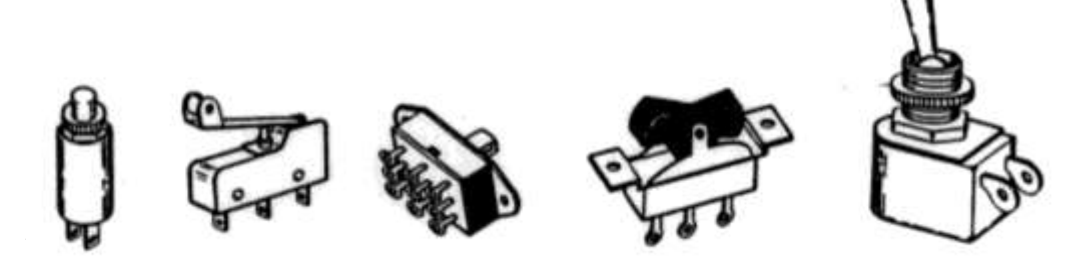
ب - مفتاح قلاب Rocker Switch.

جـ - مفتاح منزلق Slide Switch.

د - مفتاح نهاية مشوار Limit Switch.

هـ - مفتاح انضغاطى Push button Switch.

ويتم تشغيل هذه الأنواع عادة باليد ما عدا مفتاح نهاية المشوار فيتم تشغيله بدفعه بجسم متحرك أو كامه متحركة، والشكل (٢ - ٧) يوضح صور توضيحية لهذه الأنواع بالترتيب من اليمين إلى اليسار.



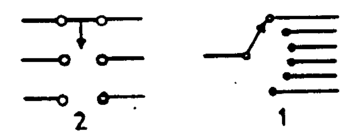
الشكل (٢ - ٧)

٥ - مفاتيح الاختيار ذات المواضع المتعددة:

وهذه المفاتيح تحتوى على قطب واحد أو أكثر ويكون لها عدة أوضاع تشغيل، وهناك نوعان من هذه المفاتيح تبعاً لطريقة تشغيلها مثل:

المفاتيح الدوارة Rotary Switchs، وهذه المفاتيح لها يد تشغيل دوارة.

والمفاتيح المنزلقة Slide Swilchs، والمفاتيح الدوارة العاملة بالمفك Dip Rotary Switches، وفيما يلى رمز لمفتاح اختيار دوار بستة مواضع (1) ورمز لمفتاح اختيار منزلق بثلاثة مواضع (2):



٢ / ٣ / ٣ - الضواغط Push buttons:

هناك فرق جوهرى بين الضاغط والمفتاح الانضغاطى، فالأول تتغير حالة ريشه فالمغلقة تصبح مفتوحة، والمفتوحة تصبح مغلقة أثناء الضغط على زرها فقط، أما المفتاح الانضغاطى فتتغير حالة ريشة أى تصبح الريشة المغلقة مفتوحة، والريشة المفتوحة مغلقة عند الضغط عليها، ويظل كذلك إلى أن يتم الضغط عليها مرة أخرى فتعود الريشة لحالتها الطبيعية.

وفيما يلى رمز لضاغط بريشة مفتوحة (2) وآخر بريشة مغلقة (1) :

PB 1   PB 2

٢ / ٣ / ٤ ريليهات التحكم Control Relays :

الريلاى هو وسيلة كهرومغناطيسية لوصل وفصل الدوائر الإلكترونية، والشكل (٢ - ٨أ) يعرض التركيب الداخلى لأحد الريليهات الكهرومغناطيسية، فعند وصول التيار الكهربى للملف يتكون مجال مغناطيسى يكون قادراً على جذب القلب المغناطيسى، فتقوم الحافظة بتغيير وضع ريشة التلامس للريلاى فتصبح الريشة المفتوحة مغلقة والعكس بالعكس، ولكن بمجرد انقطاع التيار الكهربى عن ملف الريلاى تعود ريشة الريلاى لوضعها الطبيعى .

وهناك نوعان من الريليهات :

الأول : يثبت على اللوحة المطبوعة والتى تثبت عليها العناصر الالكترونية .

والثانى : يثبت على قاعدة تثبيت .

والشكل (٢ - ٨ ب) يعرض نموذجاً لأحد ريليهات التحكم، وبالشكل (٢ - ٨جـ) مسقطاً أفقياً للريلاى يبين نقاط توصيله، والشكل (٢-٨د) مسقطاً أفقياً لقاعدة الريلاى .

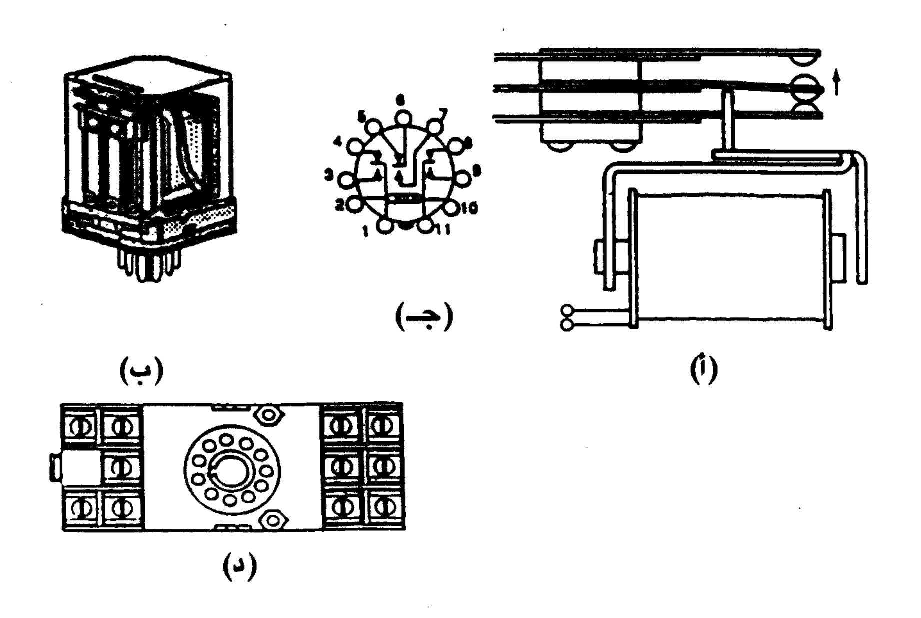
ويلاحظ من مخطط أطراف التوصيل للريلاى الشكل (٢ - ٨ب) **أن هذا الريلاى يحتوى على ثلاثة ريش قلاب :**

فأطراف الريشة القلاب الأولى 4 , 3 , 1 .

أطراف الريشة القلاب الثانية 7 , 6 , 5 .

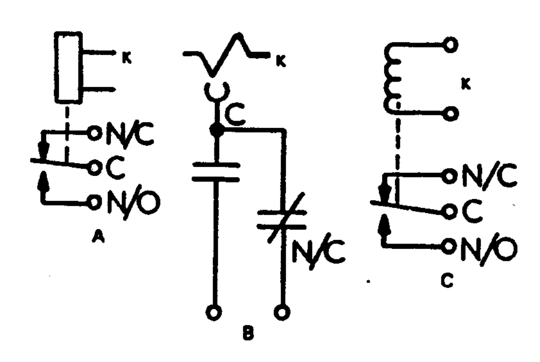
أطراف الريشة القلاب الثالثة 11 , 9 , 8 .

أطراف الملف هى 10 , 2 .



الشكل (٢ – ٨)

وفيما يلى الرموز المختلفة للريليهات :

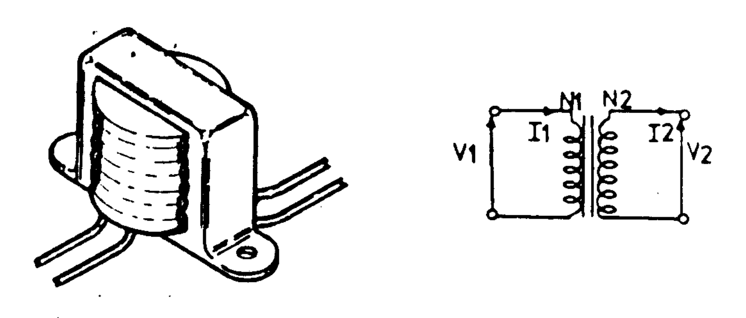


٢ / ٣ / ٥ - المحولات Transformers :

المحولات هى أجهزة تقوم بخفض أو رفع الجهد المتردد وتستخدم المحولات فى بناء مصادر التيار المستمر، وذلك بخفض الجهد المتردد من 220V, 120V إلى الجهد المطلوب، وتستخدم المحولات أيضاً فى دوائر إشعال الثايرستور والترياك وللمحولات استخدامات أخرى متعددة فى الدوائر الالكترونية.

ويتكون المحول فى العادة من ملفين أحدهما يسمى بالملف الابتدائى، والثانى

يسمى بالملف الثانوى، والشكل (٢ – ٩) يعرض نموذجاً لأحد المحولات والدائرة المكافئة لمحول له ملف ابتدائى عدد لفاته N_1 ومسلط عليه جهد متردد V_1 ويمر به تيار I_1 وملفه الثانوى عدد لفاته N_2 ويمر به تيار I_2 والجهد على طرفيه V_2.



الشكل (٢ – ٩)

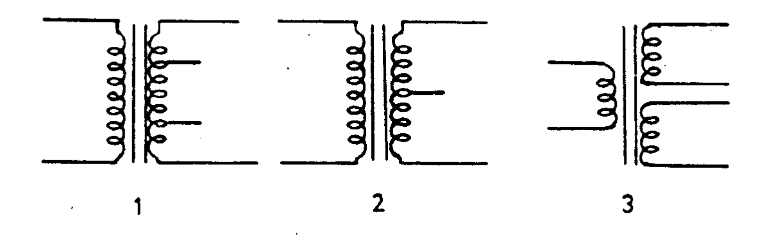
والمعادلة 2.1 تسمى بالمعادلة العامة للمحولات:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} \quad \rightarrow 2.1$$

وعادة يختار المحول تبعاً للجهود المطلوبة للملف الابتدائى والثانوى، وكذلك تبعاً لسعة المحول (VA)، والتى تعطى بالمعادلة 2.2:

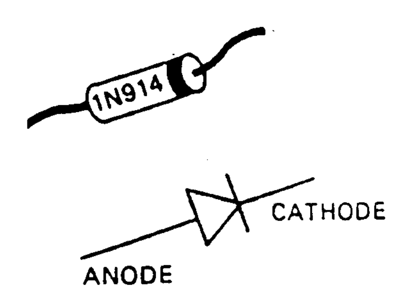
$$VA = V_2 I_2 = V_1 I_1 \text{ (VA)} \quad \rightarrow 2.2$$

وبعض المحولات تحتوى على أكثر من ملف ثانوى للحصول على أكثر من جهد من الجانب الثانوى، والآخر يحتوى على ملف ثانوى بنقطة منتصف أو أكثر، وفيما يلى رموز بعض أنواع من المحولات، فالرمز 1 لمحول بعدة نقاط تفرع، والرمز 2 لمحول بملف ثانوى بنقطة منتصف (نقطة تفرع)، والرمز 3 لمحول بملفين ثانويين.



٢ / ٤ – الموحدات Diodes :

يتكون الموحد من وصلة ثنائية P - N مصنوعة من أشباه الموصلات مثل السليكون (Si) أو الجرمانيوم (Ge)، ويتواجد الموحد فى الأسواق على شكل أسطوانة مرسوم عليها شريط ملون على أحد جانبيها للدلالة على مكان المادة السالبة N، والتى تمثل المهبط Cathode، أما الجانب الآخر فيمثل المادة الموجبة P، والتى تمثل المصعد Anode، والشكل (٢ – ١٠) يعرض نموذجاً لثنائى صغير طراز 1N914 ورمزه



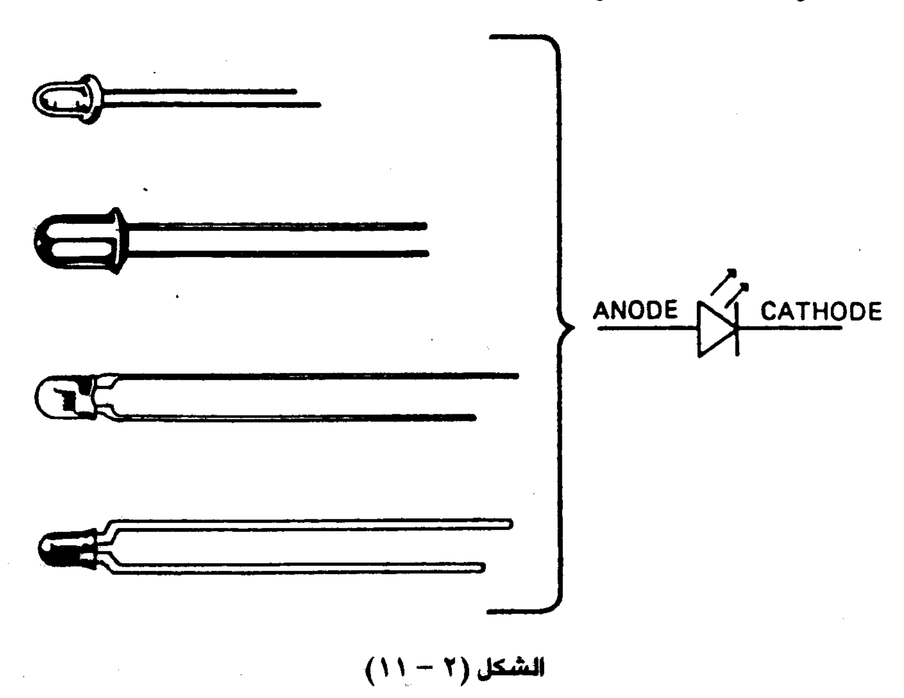
الشكل (٢ – ١٠)

ويعتبر الموحد فى الوضع الطبيعى كمفتاح مفتوح وبمجرد تعريضه لانحياز أمامى Forward bias، أى ارتفاع جهد المصعد A عن جهد المهبط K بمقدار 0.7V فى حالة الموحد السليكونى، يصبح كمفتاح مغلق ويكون اتجاه مرور التيار الكهربى من المصعد للمهبط، ويقال: إن الموحد فى حالة وصل ON، أما عند تعريض الموحد لانحياز عكسى Reverse bias، أى تعريض المهبط K لجهد موجب بالنسبة لجهد المصعد A، يمر تيار صغير جداً يسمى بتيار التسرب ويعمل الموحد كمفتاح مفتوح، ويقال: إن الموحد فى حالة قطع OFF.

والجدير بالذكر أن موحد السليكون يوصل عند جهد أمامى 0.7V، بينما يوصل موحد الجرمانيوم عند جهد أمامى 0.3V؛ لذلك يقال: إن فقد الجهد فى موحد السليكون عندما يكون منحازاً أمامياً مساوياً 0.7V تقريباً فى حين أن فقد الجهد فى موحد الجرمانيوم عندما يكون منحازاً أمامياً يساوى 0.3V تقريباً.

٢ / ٤ / ١ - الموحد الباعث للضوء LED :

يشبه الموحد الباعث للضوء LED لحد كبير اللمبات الصغيرة ويتواجد بألوان مختلفة وهو يستخدم كلمبة إشارة، والشكل (٢ - ١١) يعرض رموزاً وأشكالاً مختلفة لموحدات باعثة للضوء.



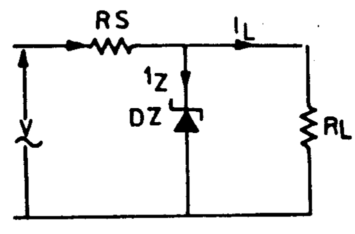
الشكل (٢ - ١١)

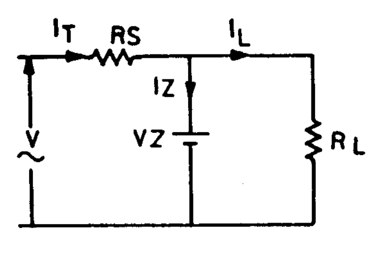
فعادة لا ينبعث ضوء من LED إلا عندما يكون منحازاً أمامياً بجهد أكبر من 2V أما عندما يكون LED منحازاً عكسياً فإنه لا يمرر تيار، وبالتالى لا يضئ، ويوجد ألوان مختلفة من الموحدات الباعثة للضوء مثل الأحمر والأصفر والبرتقالى والأخضر والأزرق، وتعتمد شدة إضاءة LED على شدة التيار المار والذى يتراوح ما بين (5:25mA)، وعادة توصل مقاومة على التوالى مع LED لتحديد شدة التيار المار.

والجدير بالذكر أنه يوجد ثلاثة أنواع للموحدات الباعثة للضوء، الأول منخفض القدرة وتيارها (5mA)، والثانى قياسى وتياره (10mA)، والثالث عالى القدرة وتياره (20mA).

٢ / ٤ / ٢ - موحد الزينر Zener Diode :

إن موحد الزينر هو موحد سليكونى له خواص تسمح بإمرار جهد ثابت القيمة فى الانحياز العكسى، وهو يشبه فى الشكل الموحد القياسى، فعندما يتعرض موحد الزينر لانحياز أمامى Forward bias، يعمل كموحد عادى ويتحول لحالة الوصل ON، ويمر التيار الكهربى ويكون فرق الجهد بين طرفيه مساوياً (0.6:0.7V) تقريباً، وعند تعريض موحد الزينر لانحياز عكسى Reverse bias، فإن موحد الزينر يكون فى حالة قطع فى بادئ الأمر، وبمجرد زيادة الجهد عن جهد الانهيار للموحد يتحول لحالة الوصل، ويمر تيار كبير فيه، ويكون فرق الجهد على طرفى موحد الزينر مساوياً جهد الزينر، ويستخدم موحد الزينر لتنظيم الجهد، والشكل (٢ – ١٢) يبين دائرة تستخدم موحد زينر لتنظيم الجهد على أطراف المقاومة R_L بحيث لا يزيد الجهد على أطرافها عن V_Z (جهد الزينر) (الشكل أ)، أما الشكل (ب) فيعرض الدائرة المكافئة، وذلك باستبدال موحد الزينر ببطارية جهدها يكافئ V_Z .





الشكل (٢ – ١٢)

والجدير بالذكر أن المقاومة R_S تستخدم لمنع تعدى التيار المار فى موحد الزينر I_Z الحد المسموح به والذى يعين من العلاقة :

$$P_Z = I_Z V_Z \rightarrow 2.3$$

حيث إن :

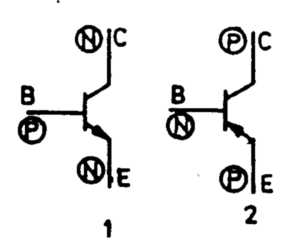
P_Z قدرة موحد الزينر والمدونة فى مواصفاته الفنية .

I_Z أقصى تيار يسمح له بالمرور فى موحد الزينر.

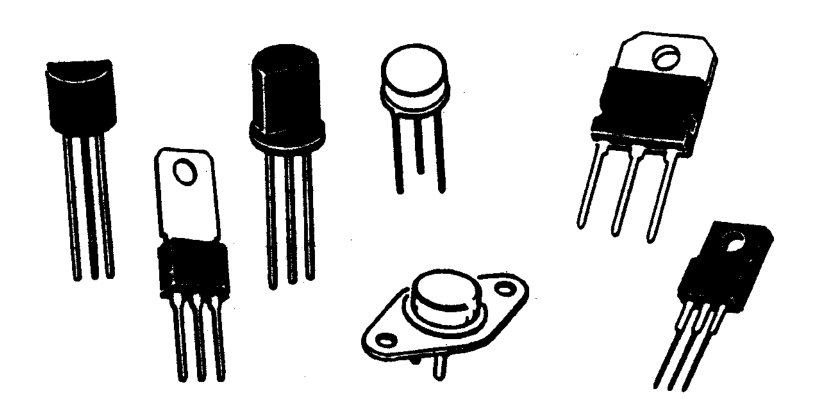
V_Z جهد الزينر.

٢ / ٥ - الترانزستور الثنائى القطبية BJT :

للترانزستور الثنائى القطبية ثلاثة أرجل وهى القاعدة Base والباعث Emitter والمجمع Collector، ويصنع الترانزستور من ثلاثة طبقات من أشباه الموصلات، وهذه الطبقات بعضها سالب N، والآخر موجب P وتقسم الترانزستورات حسب قطبية هذه الطبقات إلى ترانزستورات NPN وترانزستورات PNP وفيما يلى رموز هذه الترانزستورات. فالرمز 1 لترانزستور NPN، والرمز 2 لترانزستور PNP.



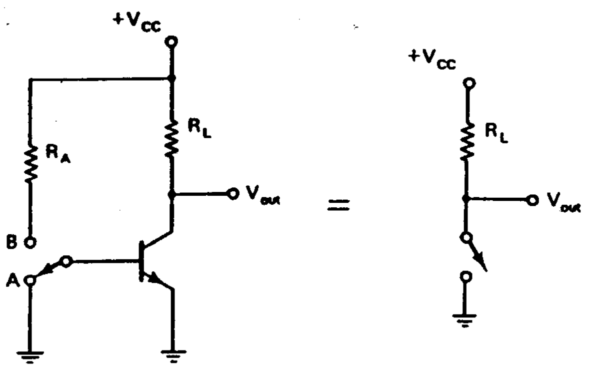
والشكل (٢-١٣) يعرض نماذج مختلفة للترانزستورات سواء كانت ترانزستورات إشارة أو قدرة.



الشكل (٢-١٣)

ويعمل الترانزستور كمفتاح Switch وأيضاً كمكبر Amplifier .

والشكل (٢-١٤) يوضح فكرة عمل الترانزستور NPN كمفتاح. فعند توصيل



قاعدة الترانزستور بالأرضى يعمل الترانزستور كمفتاح فى حالة فصل oFF (الشكل أ) . وعند توصيل قاعدة الترانزستور بجهد المصدر Vcc يعمل كمفتاح فى حالة وصل oN .

ويعمل الترانزستور أيضاً كمكبر ويعين معامل كسب التيار Current gain للترانزستور من المعادلة التالية :

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \qquad \rightarrow 2.4$$

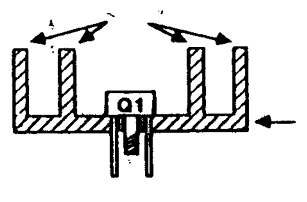
ويساوى معامل كسب التيار β النسبة بين تيار المجمع Ic وتيار القاعدة IB وتتراوح قيمة β ما بين 35:300 والقيمة الطبيعية لها 100 .

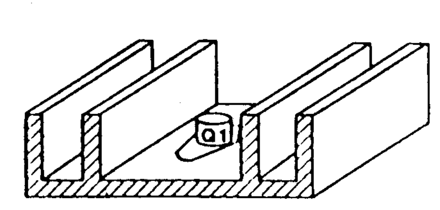
الشكل (٢-١٤)

ويمكن زيادة معامل كسب التيار للترانزستور بتوصيل ترانزستورين كما هو مبين بالشكل (٢-١٥) وتسمى هذه التوصيلة بتوصيلة دارلنجتون ويكون معامل التكبير الكلى مساوياً حاصل ضرب معاملات تكبير Q1, Q2 .

الشكل (٢-١٥)

ويوجد ترانزستورات تحتوى على ترانزستورين فى قالب واحد تسمى بترانزستور دارلنجتون وتستخدم عادة كترانزستورات قدرة وتحتاج لتثبيتها على مشتت حرارى Heatsink لتبريدها كما هو مبين بالشكل (٢-١٦) .

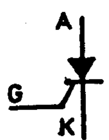




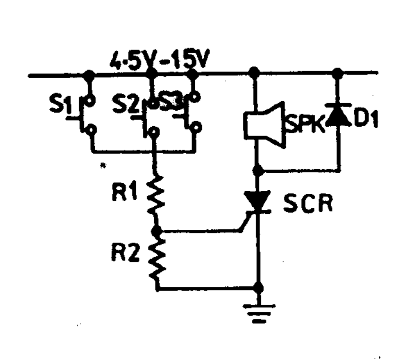
الشكل (٢-١٦)

٢ / ٦ - الثايرستور SCR

يستخدم الثايرستور كمفتاح فى دوائر التيار المستمر وكموحد فى دوائر التيار المتردد وذلك فى الاستخدامات التى تحتاج لتيارات عالية. وللثايرستور ثلاثة أطراف وهم المهبط K والمصعد A والبوابة G. وعند وجود فرق جهد موجب بين البوابة والمهبط يتحول الثايرستور لحالة الوصل ويصبح مكافئاً لمفتاح مغلق ويظل على هذا الحال حتى بعد انعدام فرق الجهد بين البوابة والمهبط إلى أن ينخفض التيار المار فيه عند الحد الأدنى اللازم لإبقاء الثايرستور فى حالة الوصل والذى يسمى بتيار الإمساك. وفيما يلى رمز SCR.



والشكل (٢-١٧) يبين فكرة عمل الثايرستور لتشغيل سماعة فعند الضغط على أحد الضواغط S1,S2,S3 فإن الجهد 15V+ سوف يقسم بالتساوى على المقاومتين R1,R2 لأنهما متساويتين وبالتالى يصبح فرق الجهد بين البوابة والمهبط 7.5V فيتحول الثايرستور لحالة الوصل oN ويمر تيار

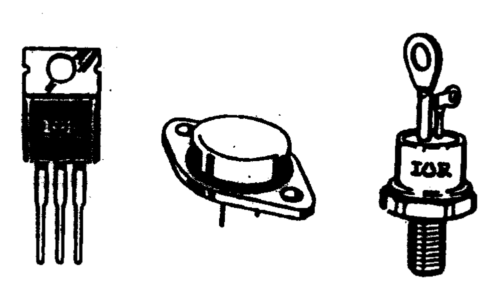


الشكل (٢-١٧)

كهربى عبر السماعة ماراً بالمصعد A والمهبط K .

وعند إزالة الضغط عن الضاغط فإن الثايرستور سيظل فى حالة oN وتظل السماعة SPK فى حالة oN إلى أن يتم قطع التيار الكهربى عن الدائرة فينقطع التيار المار فى الثايرستور، ويتحول الثايرستور لحالة القطع Turn off .

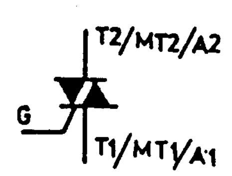
والجدير بالذكر أن الموحد D1 يعمل على خمد القوة الدافعة الكهربية المتولدة عند انقطاع التيار الكهربى عن ملف السماعة SPK وبالتالى تمنع تلف الثايرستور والشكل (٢ – ١٨) يعرض نماذج مختلفة للثايرستورات المتوفرة فى الأسواق .



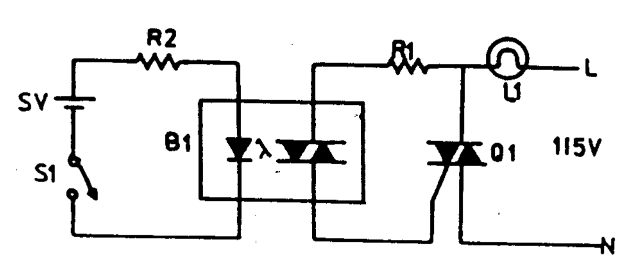
الشكل (٢ – ١٨)

٢ / ٧ – الترياك Triac :

يستخدم الترياك كمفتاح فى دوائر التيار المتردد وذلك فى الاستخدامات التى تحتاج لتيارات عالية . وللترياك ثلاثة أطراف . وهم الطرف الأول T_1، الطرف الثانى T_2، والبوابة G . وفى الوضع الطبيعى يكون الترياك فى حالة قطع Cut off ويعمل كمفتاح مفتوح . وبمجرد تسليط فرق جهد بين البوابة G والطرف T_2 يتحول الترياك لحالة الوصل oN ويعمل كمفتاح مغلق ويمر التيار الكهربى من الطرف T_1 إلى الطرف T_2 طالما يوجد فرق جهد بين البوابة والطرف T_2 . وفيما يلى رمز الترياك .



والشكل (٢-١٩) يوضح فكرة عمل الترياك فى دوائر التيار المتردد لتشغيل اللمبة L_1.



الشكل (٢-١٩)

عناصر الدائرة

مقاومة كربونية 47Ω	R1	وحدة ارتباط ضوئية طراز Moc3011	B1
مقاومة كربونية 360Ω	R2	مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S1
ترياك طراز 2N6342A	Q1	لمبة تعمل عند جهد 115V	L1

فعند غلق المفتاح S_1 فإن وحدة الارتباط الضوئى B_1 سوف تعمل لمرور تيار كهربى فى الموحد الباعث للضوء الخاص بها وبالتالى يتحول الترياك الضوئى لوحدة الارتباط لحالة الوصل، ويصبح كما لو كان مفتاحاً مغلقاً؛ وينشأ عن ذلك فرق جهد بين البوابة G والطرف T_2 للترياك الرئيسى Q_1 فيتحول لحالة الوصل وتضيىء اللمبة L_1، وتظل اللمبة L_1 مضيئة طالما أن المفتاح S_1 مغلق. ولكن بمجرد فتح المفتاح S_1 يتحول الترياك لوحدة الارتباط الضوئى B_1 لحالة القطع ويصبح كمفتاح مفتوح فيختفى فرق الجهد بين البوابة G والطرف T_2 للترياك الرئيسى Q_1. ويتحول هو الآخر لحالة القطع وينطفئ المصباح L_1.

والجدير بالذكر أن شكل الترياك لايختلف عن شكل الثايرستور ولكن بالطبع الرمز يختلف.

٢ / ٨ - مكبر العمليات oP - AmP:

يعتبر مكبر العمليات دائرة متكاملة خطية. ويتميز مكبر العمليات بالقدرة العالية فى تكبير إشارات المداخل المستمرة أو المترددة. كما أنه يمكن استخدام مكبر

العمليات لأداء العديد من الوظائف باستخدام مجموعة قليلة من العناصر الخارجية.

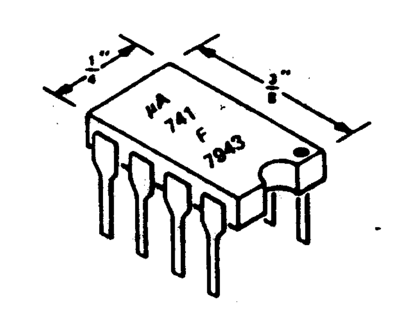
والشكل رقم (٢-٢٠) يعرض نموذجاً لمكبر عمليات طراز 741، وكذلك مسقطاً أفقياً لأطرافه ووظيفة كل منها.

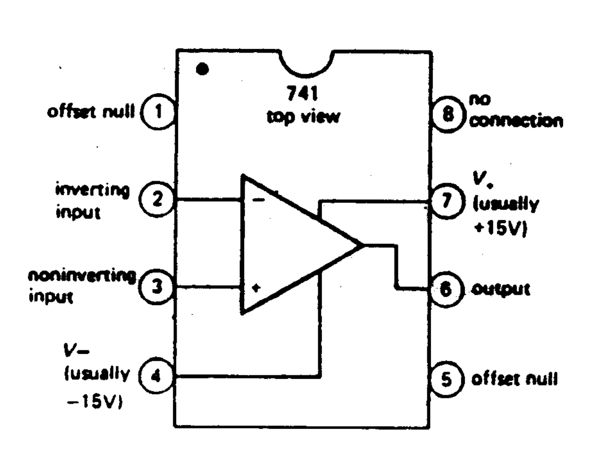
كما يلاحظ وجود تجويف نصف دائرى على أحد جانبى مكبر العمليات. وحتى يمكن معرفة أرقام أرجل المكبر يمسك باليد بحيث يكون التجويف النصف دائرى لأعلى فتكون النقطة المميزة إلى اليسار وتكون أول الأرجل إلى أعلى تجاه اليسار هى رقم (١) ويكون العد بعد ذلك فى اتجاه عكس عقارب الساعة.

التعريف بأرجل مكبر العمليات.

الرجل 1 ضبط الخرج عند الصفر

2 المدخل العاكس





الشكل (٢-٢٠)

3 المدخل غير العاكس

4 طرف التغذية السالبة للمكبر ويوصل بمنبع جهد 15V -

5 ضبط الخرج عند الصفر

6 طرف الخرج

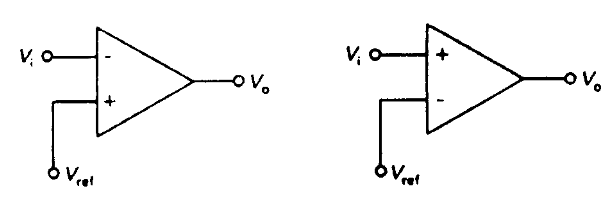
7 طرف التغذية الموجبة للمكبر ويوصل بمنبع جهد 15V +

8 طرف لايوصل N.C

وسوف نقوم بتناول عمل مكبر العمليات كمقارن للجهد

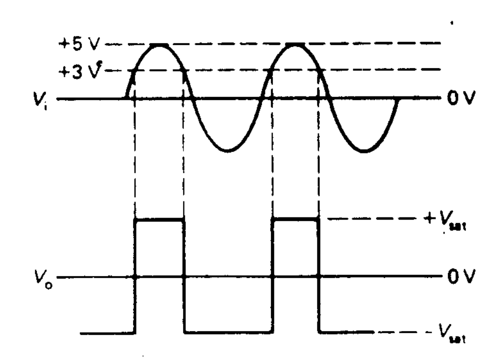
الشكل (٢-٢١) يعرض دائرة مقارن جهد بسيط

(أ) مقارن غير عاكس (ب) مقارن عاكس



الشكل (٢-٢١)

والشكل (٢-٢٢) يوضح نظرية عمل المقارن غير العاكس حيث يكون الدخل على الطرف غير العاكس موجة جيبية جهدها Vamx = 5V ويوصل على الطرف العاكس بطارية جهدها 3V + ، فيلاحظ أنه عندما يكون جهد الدخل على الطرف غير العاكس أكبر من 3V +، فإن خرج المكبر يكون عبارة عن جهد التشبع الموجب للمكبر VSat + والذى يساوى 15V +؛ فى حين أنه عندما يكون الجهد على الطرف غير العاكس أقل من 3V+ فإن خرج المكبر يكون عبارة عن جهد التشبع السالب للمكبر والذى يساوى VSat - ويساوى جهد المصدر السالب 15V - تقريباً.



الشكل (٢-٢٢)

٢ / ٩ - الدوائر المتكاملة الرقمية :

تنقسم الدوائر المتكاملة الرقمية إلى عائلتين تبعاً لتركيبها الداخلى وهما :

- عائلة TTL ويندرج تحتها عدة سلاسل مثل سلسلة ..74 .
- عائلة CMOS ويندرج تحتها عدة سلاسل مثل سلسلة ..40 ولايختلف شكل الدوائر المتكاملة الرقمية عن شكل مكبرات العمليات ولكن عدد أرجلها لايقل عادة عن 14 رجل وتتعامل الدوائر الرقمية مع الإشارات الرقمية والتى لها حالتين عالية High أو (1) ومنخفضة LoW أو (0) . وتختلف قيم جهود (0,1) تبعاً لنوع العائلة . فالبنسبة لعائلة TTL فإن الحالة (1) تقابل جهداً أكبر من 2V+ والحالة (0) تقابل جهداً أصغر من 0.8V . وتغذى هذه العائلة بجهد مصدر يساوى 5V+. وبالنسبة لعائلة CMOS فإن الحالة (1) تقابل جهداً أكبر من 2/3 جهد المصدر، والحالة المنخفضة تقابل جهداً أقل من 1/3 جهد المصدر حيث إن جهد المصدر يتراوح ما بين (3:15V+) .

وتعتبر البوابات المنطقية والقلابات من أبسط الدوائر الرقمية :

١ - **البوابات المنطقية Logic gates** : ويكون لها عدة مداخل وخرج واحد ولكل بوابة جدول حقيقة يبين عمل البوابة والشكل ٢ - ٢٣ يعرض رمز بوابة NOT (العاكس) وجدول الحقيقة لها ويلاحظ أن حالة خرج البوابة هو معكوس حالة

دخلها، وهناك أربع بوابات أساسية أخرى مبينة بالشكل (٢-٢٤) وهم كما يلي:

خرج	دخل
1	0
0	1

الشكل (٢-٢٣)

بوابة **OR** ويكون خرجها (1) إذا كان حالة أحد مدخليها على الأقل (1).

بوابة **NOR** ويكون خرجها (0) إذا كان حالة أحد مد خليها على الأقل (1).

بوابة **AND** ويكون خرجها (1) إذا كان حالة جميع مداخلها (1).

بوابة **NAND** ويكون خرجها (0) إذا كان حالة جميع مداخلها (1).

OR

خرج	دخل	
C	A	B
0	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1

NOR

خرج	دخل	
C	A	B
1	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1

AND

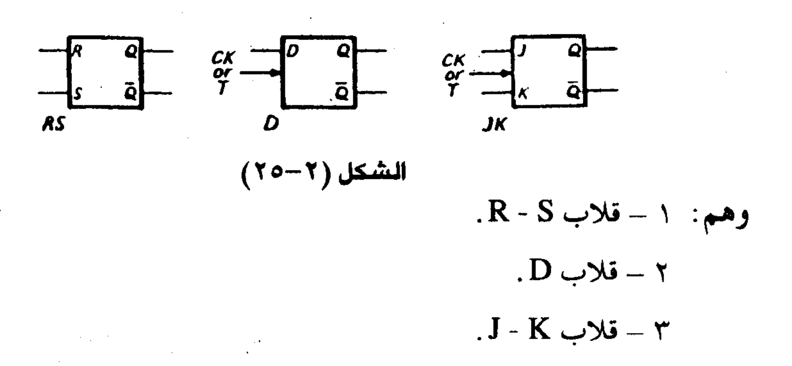
خرج	دخل	
C	A	B
0	0	0
0	0	1
0	1	0
1	1	1

NAND

خرج	دخل	
C	A	B
1	0	0
1	0	1
1	1	0
0	1	1

الشكل (٢-٢٤)

٢ - **القلابات Flipflops**: ويعتبر القلاب البنية الأساسية للذاكرة ويمكن بناء القلاب من البوابات المنطقية والشكل (٢-٢٥) يعرض رموز أهم القلابات.



الشكل (٢-٢٥)

وهم: ١ - قلاب R - S.

٢ - قلاب D.

٣ - قلاب J - K.

ولكل قلاب مخرجين متعاكسين هما $Q,\overline{Q}$. فبالنسبة للقلاب RS فإن حالة Q تكون عالية عندما تصل إشارة 1 للمدخل S وحالة $\overline{Q}$ تصبح عالية عندما تصل إشارة عالية للمدخل R.

وبالنسبة للقلاب D فإن حالة المخرج Q تكون عالية عند وصول نبضة لمدخل النبضات CK بشرط أن تكون حالة مدخل البيانات D عالية 1 وبالنسبة للقلاب JK يكون حالة المخرج Q عالية (1) عند وصول نبضة لمدخل النبضات CK بشرط أن تكون حالة المدخل J عالية (1) والمدخل K منخفضة (0).

وهناك دوائر رقمية أخرى مثل العدادات Counters ومسجلات الإزاحة Registers.

٢ / ١٠ - المؤقت الزمنى 555:

الشكل (٢-٢٦) يبين مسقطا أفقيا للدائرة المتكاملة 555.

الشكل (٢-٢٦)

حيث إن:

الأرضى (الرجل 1) مدخل التحكم (الرجل 5)

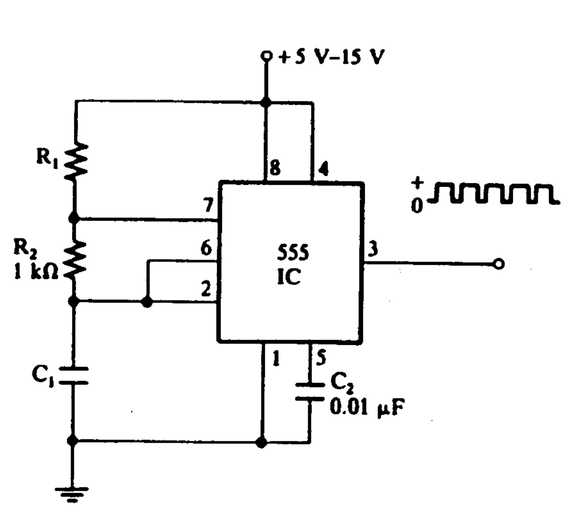
مدخل الإشعال (الرجل 2) مدخل جهد العتبة (الرجل 6)

طرف الخرج (الرجل 3)

مدخل التفريغ (الرجل 7)

مدخل التحرير (الرجل 4)

طرف التغذية الموجبة (الرجل 8)



الشكل (٢-٢٧)

والشكل (٢-٢٧) يبين طريقة استخدام المؤقت 555 كمذبذب لامستقر ويمكن الحصول على تردد النبضات الخارجة من المعادلة:

$$F = \frac{1.44}{(R_1+2R_2)C_1}\ (HZ) \rightarrow 2.5$$

والشكل (٢-٢٨) يبين طريقة توصيل المؤقت 555 ليعمل كمذبذب أحادى الاستقرار ونحصل على زمن النبضة الخارجة على الرجل 3 عند الضغط على الضاغط S1 من المعادلة التالية:

$$T = 1.11 C_1 R_1 \text{ (S)} \rightarrow 2.6$$

والجدير بالذكر أن تيار خرج المؤقت 555 القياسى يصل إلى 200mA فى حين أن جهد التشغيل يتراوح ما بين (4.5:18V).

الشكل (٢-٢٨)

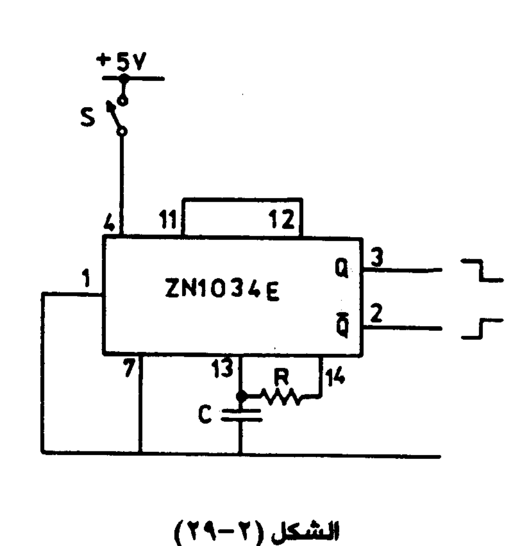
٢ / ١١ - المؤقت الدقيق ZN1034E:

استطاع المؤقت ZN1034E أن يحل مشاكل المؤقت 555 فله زمن تأخير يتراوح ما بين خمسون ملى ثانية إلى 22 أسبوعاً، وله دقة عالية وتيار خرجه يصل إلى 25mA وجهد تغذيته +5V بتفاوت ±0.25V

والشكل (٢-٢٩) يبين طريقة توصيل المؤقت ZN1034E للحصول على تأخير زمنى من لحظة غلق المفتاح S_1 يساوى.

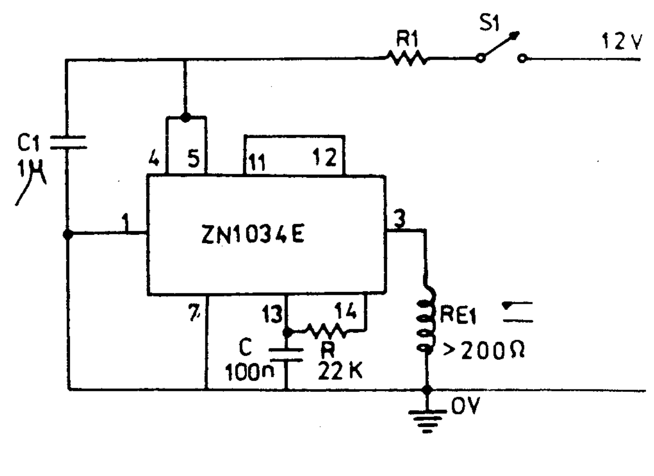
$$t = 2735\ CR \text{ (S)} \rightarrow 2.7$$

والجدير بالذكر أنه يمكن استخدام المؤقت ZN1034E ليعمل عندجهد أكبر من 5V



الشكل (٢-٢٩)

بالطريقة المبينة بالشكل (٢-٣٠) حيث توصل مقاومة R1 بالتوالى مع جهد المصدر؛ علماً بأن تيار الدخل للمؤقت يساوى 25mA أيضاً.



الشكل (٢-٣٠)

٢ / ١٢ مصادر القدرة المنتظمة:

أكثر الأجهزة الالكترونية تستخدم مصادر قدرة خطية وهى تتكون من:

١ - مصدر قدرة غير منتظم.

٢ - منظم جهد.

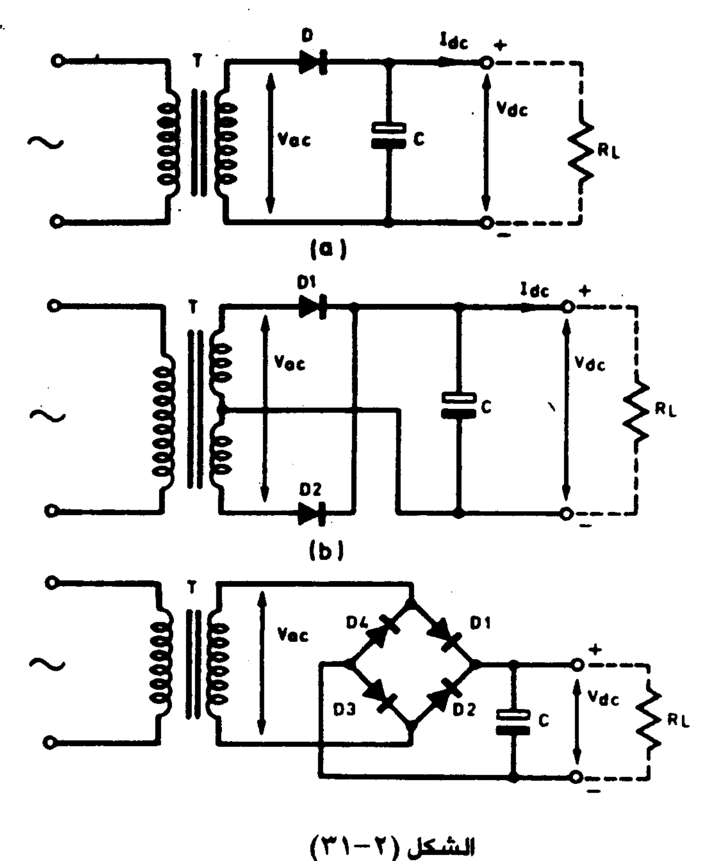
ويتكون مصدر القدرة الغير منتظم من:

- محول لخفض جهد مصدر التيار المتردد.

- دائرة توحيد لتوحيد التيار المتردد.

- مرشح (مكثف فى العادة) للحصول على خرج مستمر ناعم بدون ذبذبات.

والشكل (٢-٣١) يعرض ثلاثة دوائر لمصادر القدرة غير المنتظمة تختلف فيما بينها فى دائرة التوحيد، فيستخدم فى الشكل (أ) موحد D، وفى الشكل (ب) يستخدم موحدين، وفى الشكل (جـ) يستخدم قنطرة توحيد تتكون من $D_1 : D_4$.



الشكل (٢-٣١)

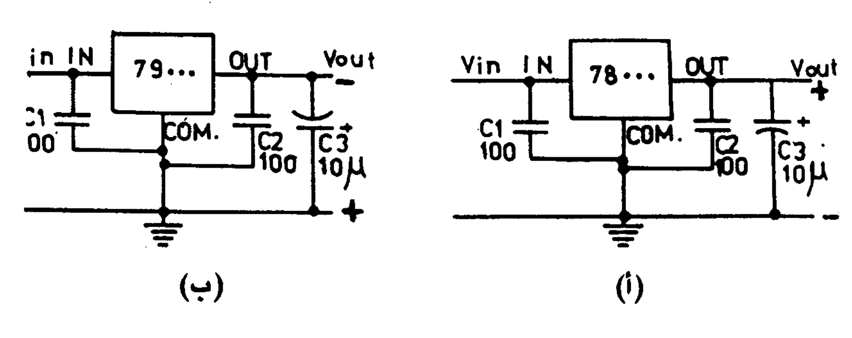
وهناك ثلاثة أنواع من الدوائر المتكاملة لمنظمات الجهد وهم كما يلي:

١ - منظمات جهد ذات خرج ثابت غير قابل للمعايرة مثل: عائلة ..78 وعائلة ..79.

٢ - منظمات جهد ذات جهد خرج قابل للمعايرة مثل الدوائر . 338K,317K

٣ - منظمات جهد ذات جهد خرج قابل للمعايرة وتيار خرج أقصى قابل للمعايرة مثل الدائرة المتكاملة L200C.

والشكل (٢-٣٢) يعرض طريقة توصيل العائلة ..78 مع خرج مصدر القدرة غير المنتظم (الشكل أ) وطريقة توصيل العائلة ..79 مع خرج مصدر القدرة غير المنتظم (الشكل ب) علماً بأن عائلة ..78 تعطى جهد خرج موجب مثل: 7805 تعطى جهد +5V وتيار 1A وعائلة ..79 تعطى جهد خرج سالب مثل 7912 تعطى جهد 12V - وتيار 1A.

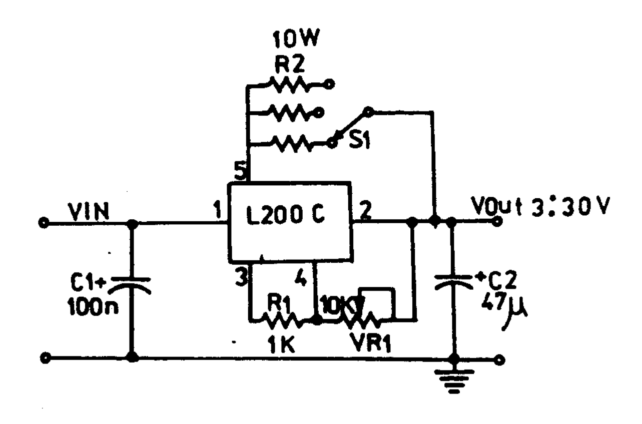


الشكل (٢-٣٢)

أما الشكل (٢-٣٣) فيبين طريقة توصيل الدائرة المتكاملة L200C وفيما يلى علاقات جهد الخرج وتيارالخرج الأقصى Iout و Vout لهذه الدائرة

$$Vout = 2.77\left(1 + \frac{VR_1}{R_1}\right)(V) \rightarrow 2.8$$

$$Iout = \frac{0.45}{R_2}\,(A) \rightarrow \quad 2.9$$



الشكل (٢-٣٣)

الباب الثالث

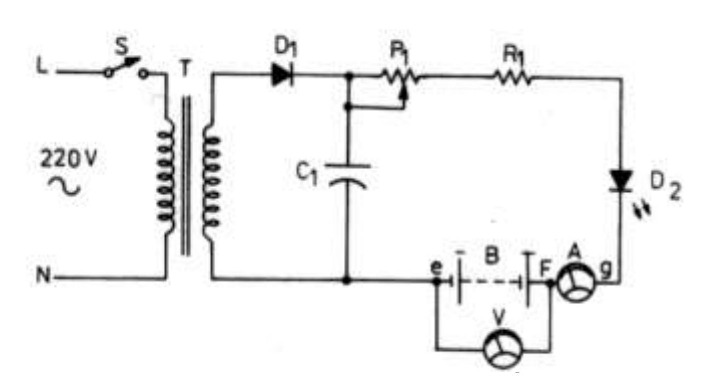
دوائر شحن البطاريات القلوية



دوائر شحن البطاريات القلوية

الدائرة رقم (١) :

الشكل (٣-١) يعرض دائرة شاحن بطاريات قلوية (نيكل كادميوم) **Ni-Cad** مزودة بدائرة توحيد نصف موجة .



الشكل (٣-١)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 5W/ 50Ω	R_1
مقاومة متغيرة 3W/ 680Ω	P_1
موحد سليكوني طراز 1N4002	D_1
موحد باعث للضوء 25 mA	D_2
مكثف كيميائى سعته 15V/100μF	C_1
محول خافض له نسبة تحويل 220/6V وسعته 6VA	T
جهاز قياس التيار (أميتر) 0-1A	A
جهاز قياس فرق الجهد (ڤولتميتر) 0-10V	V
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

نظرية عمل الدائرة:

يتم تغذية الدائرة باستخدام دائرة توحيد نصف موجة مؤلفة من المحول الخافض T والموحد السليكونى D_1 أما المكثف C_1 فهو مكثف ترشيح يعمل على إزالة التموجات المصاحبة لخرج دائرة التوحيد.

ودائرة الشاحن هذه يمكن لها شحن عدد (2) بطارية من نوع (Ni-Cad) موصلتان على التوالى بين النقطتين (e,f) مع مراعاة قطبية البطاريتين كما بالشكل.

حيث إن:

الدائرة ليس بها وسيلة حماية ضد عكس أقطاب البطارية.

وإذا كانت سعة البطارية المراد شحنها (C = 220 mAh)؛ فإن شدة تيار الشحن يأتى من العلاقه:

$$I = C/10$$

$$= 220/10 = 22 \text{ mA}$$

وزمن الشحن يقدر بحوالى 14 ساعة. وبواسطة المقاومة المتغيرة P_1 يمكننا ضبط تيار الشحن؛ وذلك بمساعدة جهاز الأميتر (A). كما أن المقاومة R_1 تعمل كمحدد للتيار المار فى الموحد الباعث للضوء D_2 والتيار المار بها ينشىء فرق جهد على طرفيها يكون مناسباً لانحياز D_2.

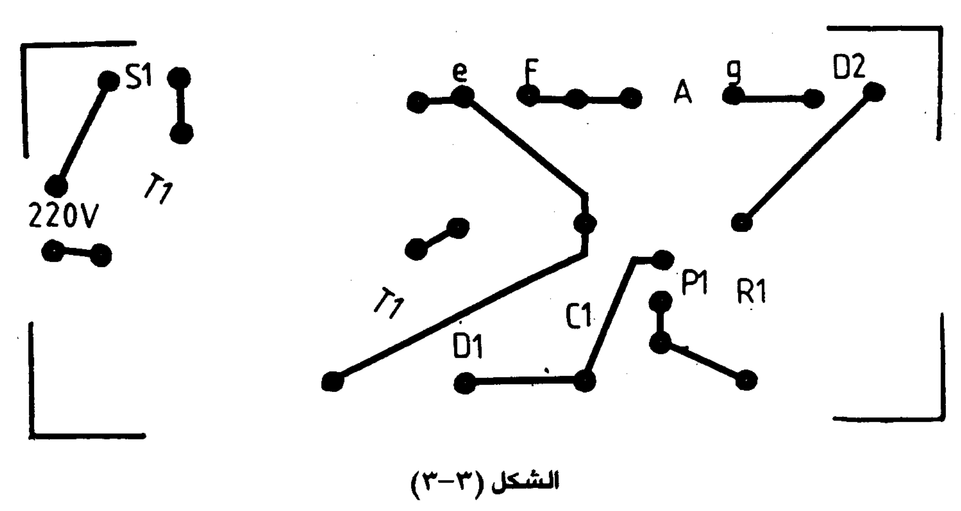
وبغلق المفتاح S_1 تكتمل الدائرة ويمر تيار كهربى فى الدائرة وتكون موجة خرج دائرة التوحيد بعد عملية الترشيح بواسطة المكثف C_1 كما بالشكل (٣-٢) يمر تيار الشحن من خرج دائرة التوحيد إلى البطارية المراد شحنها عبر الموحد الباعث للضوء D_2 لأنه فى الانحياز الأمامى فيعطى إضاءة ويمكن التأكد من استمرار عملية الشحن بالصورة السليمة، وذلك بمراقبة ارتفاع جهد البطارية عن طريق توصيل جهاز ڤولتميتر (V.meter) على التوازى مع البطارية بين النقطتين (e.f).

الشكل (٣-٢)

وبتمام شحن البطارية يرتفع الجهد الموجب لقطب البطارية الموجب مما يؤدى إلى إعطاء انحياز عكسى للموحد D2 فلا يمر تيار الشحن من خلاله فيعتم وتتوقف عملية الشحن.

تنفيذ الدائرة:

الشكل (٣-٣) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية على لوحة التوصيل التى أبعادها 10x7cm.



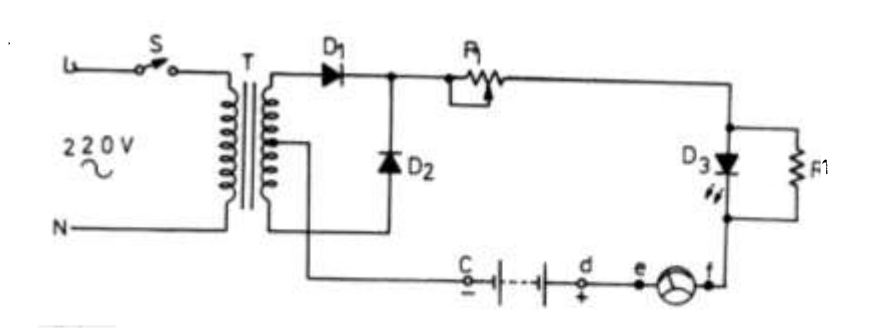
الشكل (٣-٣)

علماً بأنه بعد تنفيذ الدائرة يجب وضع لوحة التوصيل داخل علبة معدنية وتعزل اللوحة المطبوعة عن جسم العلبة من أسفل بواسطة أرجل من البلاستيك بارتفاع لايقل عن 1.5cm ويكون بالعلبة فتحات للتهوية.

كما يجب وضع البطاريات المراد شحنها فى علبة من البلاستيك يكون بها فتحات للتهوية مع ملاحظة توصيل البطاريتان على التوالى مع جودة التثبيت حتى لايكون هناك فقد فى تيار الشحن.

الدائرة رقم (٢):

الشكل (٣-٤) يعرض دائرة شاحن بطارية قلويه من النوع النيكل كادميوم (Ni-cad). مزودة بدائرة توحيد موجة كاملة باستخدام محول له نقطة تفريغ فى المنتصف (C.T).



الشكل (٣-٤)

عناصر الدائرة:

R_1	مقاومة كربونية 0.25W/ 6.4KΩ
P_1	مقاومةمتغيرة 3W/ 2.5KΩ
D_1/D_2	موحد سليكون طراز 1N4001
D_3	موحد باعث للضوء 20mA
T_1	محول خافض (C.T) V (12-0-12)/220 وسعته 12VA
S	مفتاح قطب واحد سكه واحدة
A	جهاز أميتر (A-meter)
PCB	دائرة مطبوعة أبعادها (10x7 cm)
	أطراف توصيل معزولة عددهم (4)

نظرية عمل الدائرة:

عندغلق المفتاح S يتم خفض جهد المصدر المتردد من ~220V إلى ~12V بواسطة المحول T.

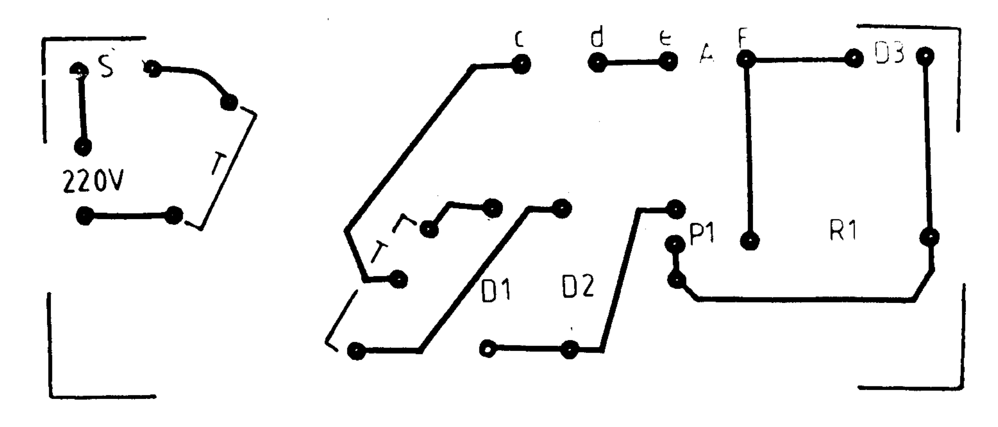
وفى نصف الموجة الموجب لجهد المصدر يكون الموحد D_1 فى الانحياز الأمامى، بينما يكون الموحد D_2 فى الانحياز العكسى فيمر تيار الشحن من D_1 إلى P_1 (22mA) هذا التيار يمر منه حوالى (2.5mA) خلال المقاومة R_1؛ بينما يمر (20mA) خلال الموحد الباعث للضوء D_3 حيث يكون فى الانحياز الأمامى فيعطى إضاءة دلالة على بدء عملية الشحن للبطارية، حيث يصل تيارالشحن إلى القطب الموجب للبطارية (d).

أما فى النصف السالب لموجة الدخل فإن الموحد D_1 يصبح فى الانحياز العكسى؛ بينما يكون D_2 فى الانحياز الأمامى فيمر التيار من D_2 إلى البطارية لتتواصل عملية الشحن.

وبهذه الدائرة يمكن شحن بطاريتين نيكل كادميوم (Ni-Cad) بسعة 220mA/h حيث تكون شدة تيار الشحن اللازم 22mA ويتم توصيل البطارتين على التوالى معاً بين النقطتين C,D مع التأكد من أن القطب الموجب موصل مع النقطة d والقطب السالب مع النقطة C كما أنه يتم التحكم فى شدة تيار الشحن بواسطة المقاومة المتغيرة P_1 وتوصل المقاومة R_1 بالتوازى مع الموحد الباعث للضوء D_3 والذى تياره 20mA؛ وذلك لإمرار تيار الشحن الزائد عن تيار D_3 حتى لايتلف.

يتم شحن البطارية فى مدة زمنية تقدر بحوالى 14 ساعة. كما أنه يمكن عملياً استخدام جهاز (V-meter) على التوازى مع قطبى البطارية للتأكد من تمام عملية الشحن. وبعد تمام شحن البطارية يتحول D_3 إلى الانحياز العكسى فلا يمر تيار من خلاله. ويعتم؛ دلالة على انقطاع تيار الشحن الرئيسى. أما التيار المار من مقاومة الامرار R_1(2.5mA) فيستمر فى السريان حتى بعد تمام الشحن، وذلك للمحافظة على شحنة البطارية إلى أن يتم فصل منبع التغذية عنها أو فصل أقطاب البطارية.

الشكل (٣-٥) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للجهاز على لوحة نحاسية.



الشكل (٣-٥)

الدائرة رقم (٣) :

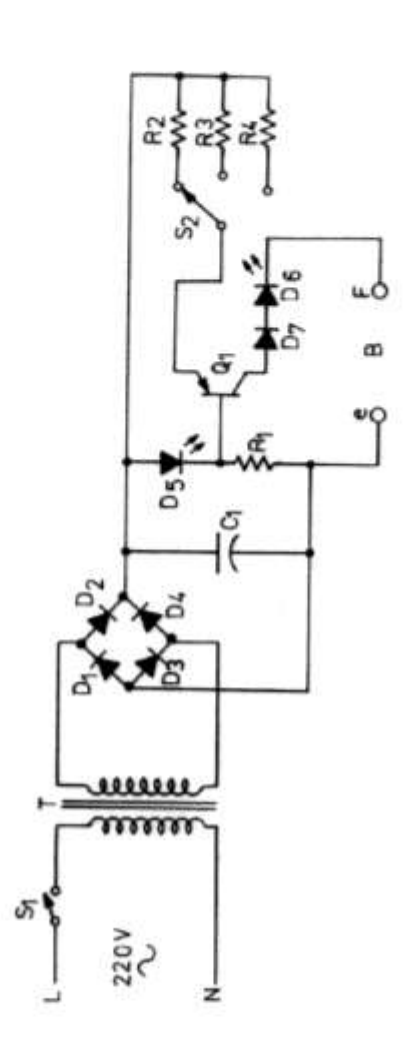
من المعروف أن تيار شحن بطاريات النكـل كادميوم يجب أن يكون ثابت على طول الفـترة الزمنيـة لعـمليـة الشحن. ولقـد رأينا فى الدائرة السـابقـة أنه تم اسـتخـدام مصدر جهد مستمر Vd.c ويتم تحديد التيار بواسطة استخدام مقاومة عالية القيمة توصل على التوالى مع مصدر الجهد.

ولكن هناك طريقـة أخـرى يمكن بهـا الحـصـول على تيـار شـحن ثابت، وذلك باستخدام الترانزستور كمصدر للتيار. فمن المعروف أن تيار مجمع الترانزستور I_C يعتمد على كل من تيار القاعدة للترانزستور I_B ومقاومة الحمل، وكذلك على الجهد المسلط بين وصلتى الباعث والمجمع V_{CE}، وعلى ذلك فالبتحكم فى العوامل السابقة، يمكن الحصول على تيار شحن (I_C) ثابت.

والشكل (٣-٦) يعرض دائرة شـاحن لبطاريات النيكل كـادميـوم مزودة بدائرة قنطرة توحيد موجة كاملة. ومنظم تيار ترانزستورى.

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 0.5 W/1.5kΩ	R_1
مقاومة كربونية 0.5W/20Ω	R_2
مقاومة كربونية 0.5W/40Ω	R_3
مقاومة كربونية 0.5W/200Ω	R_4
مكثف كيميائى سعته 25V/1000µF	C_1
موحد سليكونى طراز 1N4002	D_1: D_4, D_7
موحد باعث للضوء 15mA	D_5,D_6
ترانزستور PNP طراز SK100	Q_1
محول خافض 220/12V وسعته 18VA	T
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
مفتاح اختبار دوار قطب واحد ثلاث سكك	S_2



الشكل (٣-٦)

نظرية عمل الدائرة:

فى هذه الدائرة تستخدم دائرة قنطرة توحيد الموجة الكاملة $D_1:D_4$ مع المحول T ومكثف الترشيح C_1 وذلك لإمداد الدائرة بجهد التغذية اللازم للتشغيل.

فعند غلق المفتاح S_1 يتم خفض جهد المصدر المتردد من ~220V إلى ~12V بواسطة المحول T، وفى خلال نصف الموجة الموجب لجهد المصدر يكون الموحدان D_2,D_3 فى الانحياز الأمامى؛ بينما يكون الموحدان D_1,D_4 فى الانحياز العكسى فيمر تيار من الموحدان D_2,D_3.

أما فى النصف السالب لموجة الدخل المتردد، فإن الموحدان D_1,D_4 يصبحا فى الانحياز الأمامى ويتحول الموحدان D_2,D_3 إلى الانحياز العكسى، ويمر التيار من الموحدان D_1,D_4. ونلاحظ أن التيار المار فى الدائرة خلال النصف الموجب والنصف السالب لإشارة الدخل المتردد يكون فى نفس الاتجاه ويشحن خلالهما المكثف C_1 إلى القيمة العظمى لجهد الدخل المتردد ومن ثم يرشح المكثف خرج قنطرة التوحيد بإزالة التموجات مما يؤدى إلى رفع جهد خرج قنطرة التوحيد بمعدل 1.4.

والشكل رقم (٣-٧) يوضح شكل موجة الجهد المستمر Vd.c على طرف المكثف C_1؛ علماً بأن الجهد V_{C1} المشكل على طرفى المكثف C_1 يساوى الجهد على كل من R_1,D_5. أما الجهد على D5 فيساوى تقريباً 1.6V والجهد المطلوب لقاعدة الترانزستور Q_1 ليتحول إلى وضع التوصيل ON يكون فى حدود 0.6V وعلى ذلك فإنه بمرور التيار خلال D_5 إلى قاعدة Q_1 فإن الترانزستور يتحول إلى حالة التوصيل فيمر تيار الشحن من إحدى المقاومات الموصلة على التوالى مع باعث الترانزستور والتى يتم اختيارها بواسطة المفتاح S_2 (R_4 أو R_3 أو R_2) ويمر تيار الشحن من الترانزستور Q_1(Ic) خلال كل من D_7,D_6 حيث يصل إلى القطب الموجب للبطارية المراد شحنها. وبذلك يعطى D_6 إضاءة تدل على بدء عملية الشحن.

الشكل (٣-٧)

وبانتهاء فترة الشحن يرتفع جهد البطارية مما يحول انحياز D_6 إلى الانحياز

العكسى لاتصاله بالقطب الموجب للبطارية؛ مما يؤدى إلى توقف تيار الشحن ويعتم D_6 دلالة على اكتمال شحن البطارية.

– R_1,D_5 موصلان على التوالى كمجزىء لجهد المكثف C_1 ولإعطاء جهد انحياز قاعدة Q_1.

– الموحد D_7 موصل على التوالى مع مجمع الترانزستور Q_1، وذلك لحماية الترانزستور من التيارات العكسية إذا وصلت البطارية بطريقة خاطئة بين النقطتين e,F.

– R_2,R_3,R_4 توصل على التوالى مع مشع الترانزستور Q_1 ويمكن دمج أى منها فى الدائرة باستخدام المفتاح S_2 حسب قيمة تيار الشحن المطلوب.

حيث إن:

١ – المقاومة R_2 (20Ω) تمرر تيار شحن 50mA.

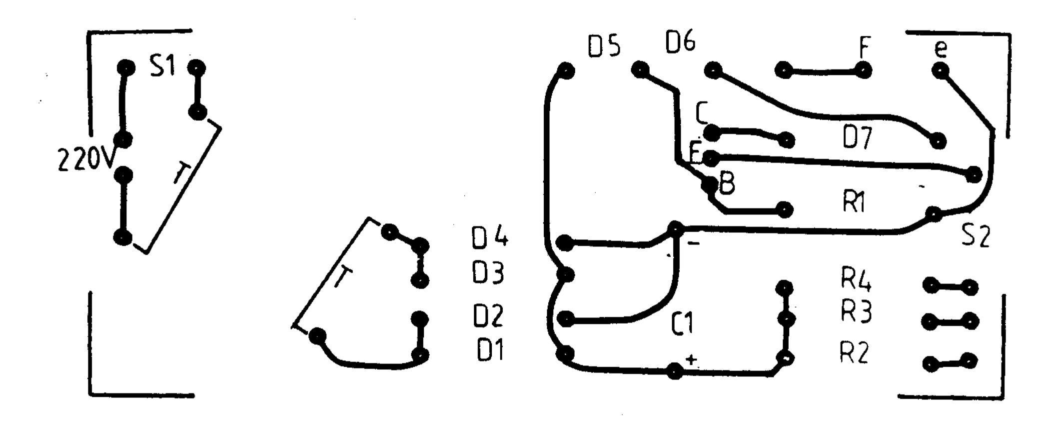
٢ – المقاومة R_3(40Ω) تمرر تيار شحن 25mA.

٣ – المقاومة R_4 (200Ω) تمرر تيار شحن 5mA.

وعلى ذلك يتضح أنه بواسطة تلك الدائرة يمكن شحن بطاريات ذو سعات مختلفة.

– D_5 يعطى إضاءة مع بدء تشغيل الشاحن فى حين أن D_6 يعطى إضاءة مع بدء مرور تيار الشحن عبر الترانزستور إلى البطارية.

والشكل (٣–٨) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للشاحن.



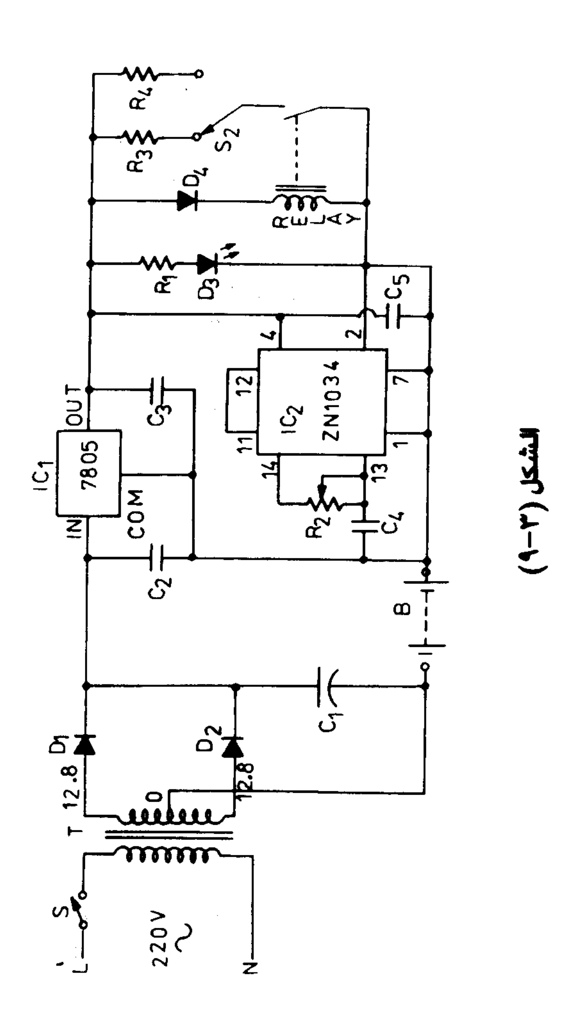
الشكل (٣–٨)

الدائرة رقم (٤)

والشكل (٣-٩) يوضح دائرة شاحن بطاريات نيكل كادميوم خلال فترة زمنية محددة .

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 1W/1KΩ	R_1
مقاومة متغيرة 2W/2MΩ	R_2
مقاومة كربونية 1W/10Ω	R_3
مقاومة كربونية 1W/91Ω	R_4
مكثف كيميائى سعته 35V/25µF	C_1
مكثف سيراميكى 220nF	C_2
مكثف سيراميكى 470 nF	C_3
مكثف سيراميكى 40V/10µF	C_4
مكثف سيراميكى 10 nF	C_5
موحد سليكون طراز 1N4002	D_1,D_2
موحد باعث للضوء 15mA	D_3
موحد سليكونى طراز 4148	D_4
منظم جهد طراز 7805	IC_1
مؤقت زمنى طراز ZN1034	IC_2
محول خافض V (12.8-0-12.8)/220 وسعته 15VA	T
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
مفتاح قطب واحد سكتين	S_2



L
S
220V
N
T
12.8
0
12.8
D1
D2
C1
B
C2
IN
COM
OUT
IC1
7805
C3
IC2
ZN1034
R2
C4
C5
R1
D3
D4
RELAY
R3
S2
R4

الشكل (٣-٩)

نظرية عمل الدائرة:

عند غلق المفتاح S يقوم المحول T بخفض جهد المصدر إلى 12.8V ويتم توحيد جهد ثانوى المحول باستخدام دائرة توحيد الموجة الكاملة (D_1,D_2)، كما أن المكثف C_1 يوصل فى خرج دائرة التوحيد كمرشح لتقليل التموجات المصاحبة لخرج دائرة التوحيد فيرفع بمعدل 1.4 تقريباً وبذلك يصبح الجهد على طرفى المكثف C_1 يساوى 18V.

كما تستخدم دائرة مثبت الجهد IC_1 (7805) لاعطاء جهد ثابت قيمته +5V كتغذية مناسبة للمؤقت الزمنى (ZN1034).

ويمكن اختيار تيارالشحن المناسب بدمج إحدى المقاومتين R_3,R_4 فى الدائرة بواسطة المفتاح S_2 ويتم التحكم فى مرور تيار الشحن بواسطة الريلاى باستمرار غلق المفتاح S_1 وفى خلال الفترة الزمنية للمؤقت IC_2 يكون الخرج على الطرف (2) منخفض (L) مما يؤدى إلى مرور تيار خلال ملف الريلاى عبر الموحد D_4 مما يؤدى إلى عمل الريلاى فتغلق ريشته فيمر تيار الشحن خلال المقاومة التى تم اختيارها مسبقاً بواسطة المفتاح S_2 مباشرة إلى القطب الموجب للبطارية وفى نفس اللحظة يمر تيار فى الموحد الباعث للضوء D_3 فيضيىء دلالة على بدء عملية الشحن للبطارية ويبقى D_3 فى إضاءة إلى أن تنتهى فترة الشحن حيث يتحول لحالة الفصل؛ نتيجة لتعرضه لانحياز عكسى من تحول خرج المؤقت الزمنى (2) إلى خرج مرتفع (H).

بعد انتهاء فترة الشحن والتى تقدر بحوالى 12 ساعة تتغير حالة خرج المؤقت الزمنى (IC_2) فيصبح الطرف (2) له مستوى عال (H) فينقطع مرور التيار فى ملف الريلاى فتعود ريشته مفتوحة.

وللتحكم فى الفترة الزمنية اللازمة لإتمام شحن البطارية يتم التحكم فى قيمة المقاومة المتغيرة R_2 والموصلة بين الطرفين 13,14 للمؤقت IC_2 وبما أن زمن التأخير للمؤقت ZN1034 يحسب من المعادلة:

$$t = 2735 \times C_4R_2$$

وحيث أن $C4 = 10\ \mu F$

فإن

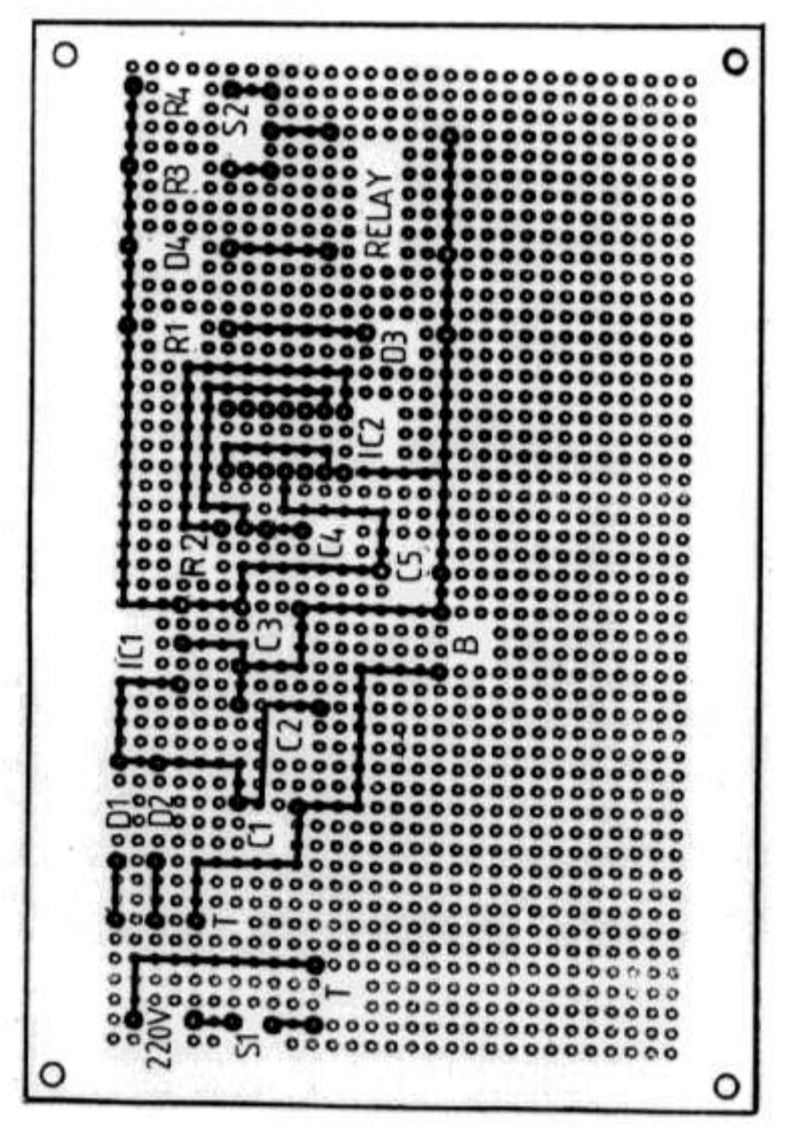
$$t = \frac{2735 \times 10 \times 10^{-6} \times R2}{3600} = 12H$$

$$\therefore R2 = 1.57 \times 10^{6} \Omega$$

$$= 1.57\ M\Omega$$

هذا يعنى أنه يمكن مسبقاً ضبط زمن تأخير المؤقت الزمنى IC2 قبل بداية الشحن على الفترة المناسبة للبطارية المراد شحنها بواسطة التحكم فى قيمة R2 كما أشرنا. وعليه فإنه يتم إيقاف تيار الشحن آلياً بعد الفترة المحددة. كما يمكن أيضاً حساب زمن الشحن من العلاقة السابقة ثم يدرج زمن الشحن حول زراع المقاومة R2 على واجهة الجهاز وعليه يمكن لمستخدم الجهاز تحديد زمن الشحن مباشرة بواسطة ضبط قيمة R2 على القيم المؤشرة.

الشكل (٣-١٠) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للشاحن منفذه على لوحة توصيل مثقبة.



الشكل (٣ - ١٠)

الدائرة رقم (٥) :

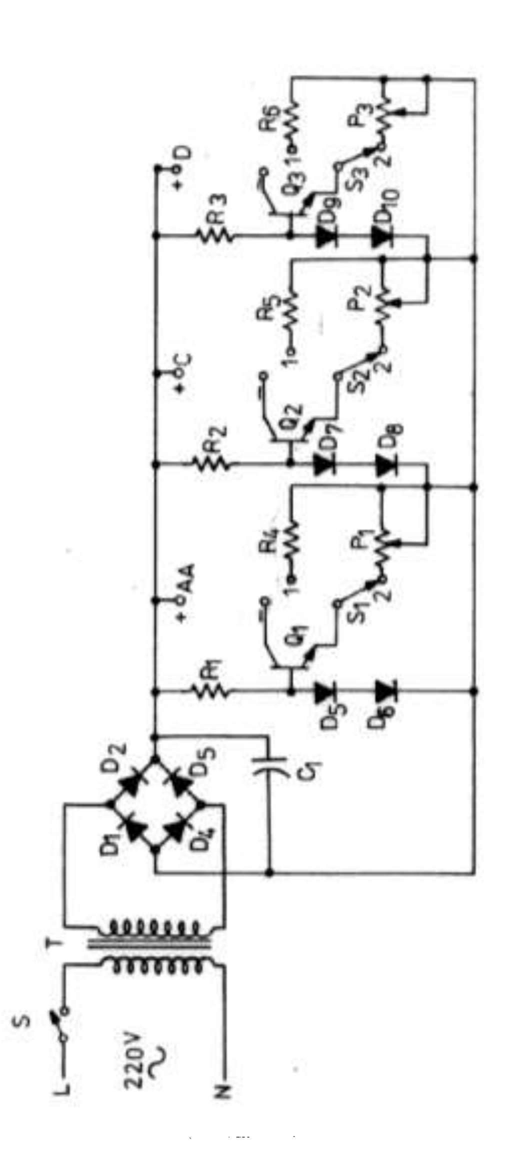
الشكل (٣ – ١١) يعرض دائرة شاحن متزامن لبطاريات نيكل كادميوم يمكن استخدامه مع بطاريات لها سعات وجهود مختلفة .

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 2.7 Ω	$R_1 : R_3$
مقاومة كربونية 120 Ω	R_4
مقاومة كربونية 47 Ω	R_5
مقاومة كربونية 40 Ω	R_6
مقاومة متغيرة 100 Ω	P_1
مقاومة متغيرة 2.5 Ω	P_2
مقاومة متغيرة 40 Ω	P_3
جميع المقاومات المستخدمة قدرتها 1w	
مكثف كيميائى سعته 50V/ 500μF	C_1
موحد سليكونى طراز 1N4002	$D_1 : D_{10}$
ترانزستور NPN طراز 2N4896	$Q_1 : Q_3$
محول خافض 24V / 220 وسعته 24VA	T
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S
مفتاح قطب واحد سكتين	$S_1 : S_3$

نظرية عمل الدائرة :

يمكن بواسطة الدائرة الموضحة فى شكل (٣ – ١٦) شحن عدد 20 بطارية من بطاريات النيكل كادميوم (NI - cad) من نوع AA وعدد 20 من النوع D وكذلك عدد 20 من النوع C .


L
S
T
220V ~
N
D1
D2
D4
D5
C1
R1
R2
R3
R4
R5
R6
D5
D6
D7
D8
D9
D10
Q1
Q2
Q3
S1
S2
S3
P1
P2
P3
+AA
+C
+D
1
2

الشكل (٣ - ١١)

يتم تغذية الدائرة عن طريق المحول الخافض T وقنطرة توحيد الموجه الكاملة المكونة من الموحدات السليكونية D1 : D4 .

فبغلق المفتاح S يمر تيار من دائرة الموجة الكاملة كما يتم ترشيح خرج دائرة التوحيد بواسطة المكثف C1 . وبمرور التيار فى المقاومات R1 - R3 تحصل الترانزستورات Q_1 - Q_3 على جهد الانحياز الأمامى اللازم لتحويلها إلى حالة التوصيل ON وبوضع المفاتيح S1 - S3 فى الوضع (2) وهو وضع الشحن وبمعرفة شدة التيار اللازم لشحن أى من الأنواع الثلاثة السابقة تبعاً لمعدل الشحن وسعة البطارية تضبط المقاومات P_1-P_3 وذلك بالاستعانه بجهاز قياس مللى أمبير يوصل بين نقطتى توصيل البطارية المراد شحنها .

وبعد ضبط التيار يوضع المفتاح S فى وضع الفتح (open) ويرفع جهاز قياس التيار، ومن ثم توصل البطارية المراد شحنها فى مكان الشحن مع مراعاة قطبية التوصيل .

يغلق المفتاح S مرة أخرى فيمر تيار الشحن خلال البطارية من القطب الموجب إلى القطب السالب إلى مجمع الترانزستور ومن الترانزستور إلى المقاومة المتغيرة P1 - P3 ومنها إلى أرضى الدائرة .

بعد تمام شحن البطارية يحول المفتاح S_1 - S_3 إلى الوضع (1) وهو الوضع الخاص بامرار تيار التعويض ذو القيمة الصغيرة والذى يحافظ على شحنة البطارية من النقص الناتج عن تيار التسريب .

وكما هو معلوم أن تيار شحن النوع AA يتراوح ما بين 6mA : 45mA وتيار شحن النوع C ما بين 24mA : 125 mA وتيار شحن النوع D يتراوح ما بين 60mA : 150mA .

أما تيار التعويض (Trickle Charge) فيقدر بحوالى 20% من تيار الشحن الرئيسى لكل نوع من الأنواع الثلاثة .

ويلاحظ توصيل عدد ٢ موحد سليكونى على التوالى مع قاعدة كل ترانزستور، وذلك لحماية الترانزستور من عكس أقطاب البطارية الموصلة معه . فعلى سبيل المثال إذا عكست أقطاب البطارية الموصلة مع Q_1 فسيزيد التيار المار فى R_1 مما يرفع الانحياز الامامى للموحد D_5 ، ويمر التيار منه إلى D_6 إلى أرضى الدائرة أى أن تيار الشحن فى

هذه الحالة يمر خلال R2 , D5 , D6 إلى أرضى الدائرة، وذلك لحماية البطارية ودائرة الشحن.

الدائرة رقم (٦) :

الشكل (٣ – ١٢) يعرض دائرة شاحن بطاريات نيكل كادميوم Ni - cad يقوم بتفريغ البطاريات المراد شحنها أولا ثم يقوم بعملية الشحن بعد ذلك.

عناصر الدائرة:

* **جميع المقاومات المستخدمة قدرتها 0.5W**

مقاومة كربونية قيمتها 27 KΩ	R_1
مقاومة كربونية قيمتها 220 Ω	R_2
مقاومة كربونية قيمتها 470 Ω	R_3
مقاومة كربونية قيمتها 3.3 KΩ	R_4 , R_{16}
مقاومة كربونية قيمتها 10 KΩ	R_5, R_{13} , R_{14} , R_{15}
مقاومة كربونية قيمتها 33 Ω	R_6 , R_9
مقاومة كربونية قيمتها 47 KΩ	R_7
مقاومة كربونية قيمتها 1 M Ω	R_8, R_{19}
مقاومة كربونية قيمتها 27 Ω	R_{10}
مقاومة كربونية قيمتها 560 Ω	R_{11}
مقاومة كربونية قيمتها 47 Ω	R_{12}
مقاومة كربونية قيمتها 220 KΩ	R_{17}
مقاومة كربونية قيمتها 680 KΩ	R_{18}
مقاومة متغيرة قيمتها 1W / 10 KΩ	P_1
مقاومة متغيرة 1W / 250 KΩ	P_2
مكثف كيميائى سعته 50V / 47µF	C_1

مكثف تانتليوم سعته 16V / 47µF	C2
مكثف سيراميكى سعته 100nF	C3 , C7 , C8
مكثف كيميائى سعته 16V / 10µF	C4 , C6
مكثف كيميائى سعته 16V / 100µF	C5
ترانزستور PNP طراز BC 557 B	Q1 , Q2
ترانزستورNPN طراز BC 140	Q3
موحد سليكونى طراز 1N4002	D1 , D2
موحد باعث للضوء	D3 , D4
موحد سليكون طراز 1N4148	D5 , D6
مولد نبضات مؤقت زمنى طراز 555	IC1
دائر متكاملة CMOS عداد ثنائى ومذبذب طراز 4060	IC2
عداد ثنائى CMOS طراز 4040	IC3
دائرة متكاملة CMOS أربع بوابات NAND طراز 4011B	IC4
منظم للجهد طراز 78L12 (+12V)	IC5
محول له نقطة المنتصف C.T نسبة التحويل 100 mA - 220 / (15 - 0 - 15)V	T
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S

نظرية عمل الدائرة:

الشاحن الذى نحن بصدده يحتوى على:

دائرة توحيد موجة كاملة باستخدام 2 موحد سليكونى D1 , D2 والمحول T1 ؛ علمًا بأن المحول ذو نقطة المنتصف C.T ونسبة تحويله ~V(15 - 0 - 15) / ~220V .

كما أن المكثف C1 الموصل فى خرج دائرة التوحيد يعمل كمرشح حيث يقلل جهد

التموج المصاحب لخرج دائرة التوحيد ومن ثم يرفع خرج دائرة التوحيد بنسبة 1.4 حيث يوصل هذا الخرج إلى دخل منظم الجهد (IC_5) الذى يعطى خرجًا ثابتًا بقيمة +12V والمكثف C_2 يوصل فى خرج IC_5 الذى يعمل كمكثف ترشيح ثانى للقضاء على أى تموجات مصاحبة لخرج منظم الجهد وبالتالى نحصل على الاستقرار الكافى اللازم لعمل الدائرة.

عند توصيل جهد المنبع وذلك بغلق المفتاح S وبتوصيل البطاريات المراد شحنها فإذا كانت البطاريات غير فارغة، فإن الجهد الواقع على المقاومة R_{15} يوصل إلى الطرفين (2, 6) للدائرة المتكاملة IC_1 فيجعلهما فى المستوى العالى (H) ومن ثم يكون خرج الدائرة IC_1 على الطرفين (3.7) منخفضًا (L).

- الخرج المنخفض للطرف الأول (3) لا يمرر تيارًا عبر الترانزستور وبالتالى يظل D4 معتم؛ دلالة على عدم مرور تيار الشحن للبطاريات.
- أما الخرج المنخفض للطرف الثانى (7) يؤدى إلى مرور تيار فى D3 فيعطى إضاءة، وفى نفس الوقت يحول الترانزستور T_2 إلى حالة التوصيل فيمر تيار كبير من خلاله يؤدى إلى شحن المكثف C_6 ببطئ عن طريق R_8 .

وبمقارنة الثابت الزمنى للمكثفين C_5 , C_6 نرى:

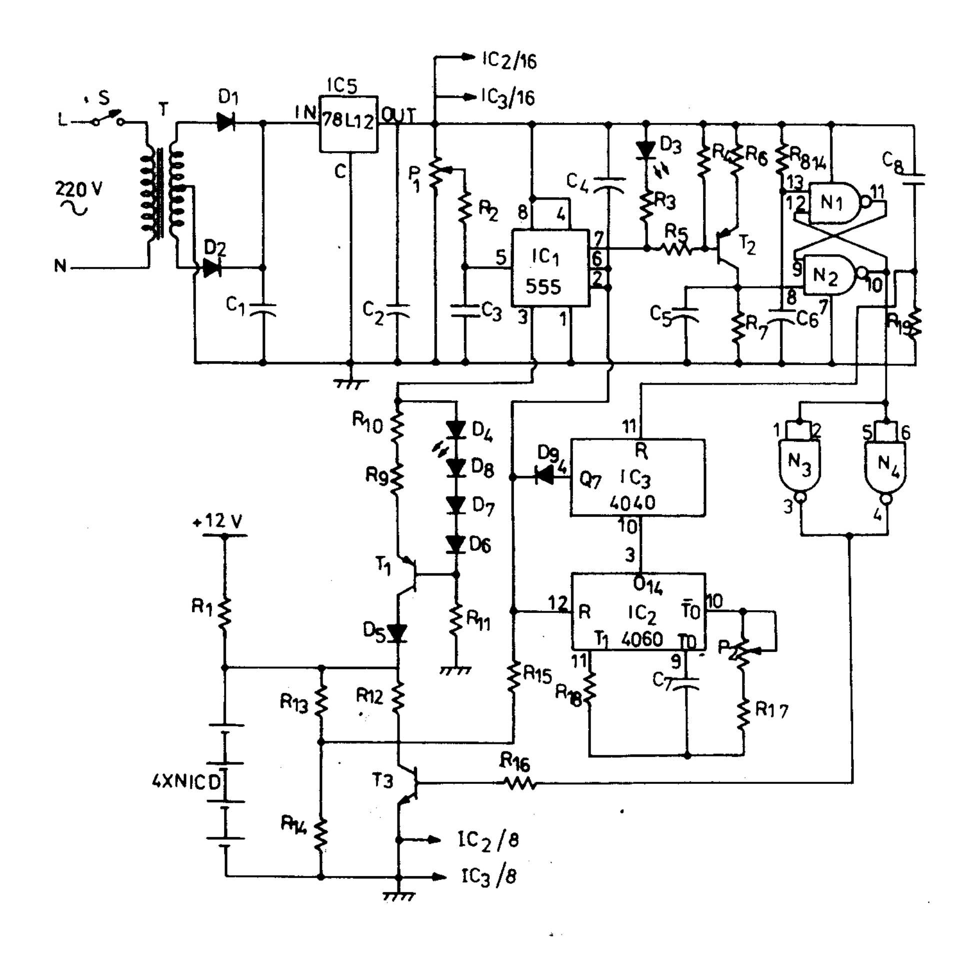
أ - الثابت الزمنى للمكثف C5

$$T_1 = C5\ R7 \cong 0.47\ Sec$$

ب - الثابت الزمنى للمكثف C6

$$T2 = C_6\ R_8 \cong 10\ Sec$$

وعلى ذلك نجد أن جهداً عاليًا من المكثف C5 ينتقل إلى الرجل (8) للبوابة N2 ، وينتقل جهداً منخفضًا من المكثف C6 إلى الرجل (3) للبداية N1 ، وعليه يكون خرج القلاب المؤلف من N_1 , N_2 ذو مستوى منخفض (L) ، ويقوم العاكس المؤلف من البوابتين N3, N4 لعكس حالة خرج القلاب فيصبح خرجه عاليًا (H).



S
T
L
N
220 V
D1
D2
IC5
IN
78L12
OUT
C
C1
C2
P1
R2
C3
IC2/16
IC3/16
IC1
555
C4
D3
R3
R4
R5
R6
R8
T2
C5
R7
C6
C8
N1
N2
R19
R10
R9
D4
D8
D7
D6
D9
Q7
IC3
4040
R
N3
N4
+12 V
R1
T1
D5
R11
IC2
4060
R13
R12
R15
R18
C7
R17
P2
4XNICD
T3
R16
R14
IC2 /8
IC3 /8

الشكل (٣ - ١٢)

هذا الخرج يعطى الانحياز الأمامى لقاعدة الترانزستور T3 عن طريق R_{16} مما يجعله فى حالة التوصيل ON فيمر من خلاله تيار تفريغ البطاريات إلى أرضى الدائرة.

بعد تمام عملية التفريغ ينخفض الجهد على مجزئ الجهد R_{13} , R_{14} ومن ثم ينخفض الجهد على R_{15} فيرتفع الخرج على الطرفين (7 , 3) ويصبحا فى المستوى العالى (H) .

والجهد العالى على الطرف (7) يؤدى إلى:

- إعتام الموحد D3.
- تحويل T_3 إلى حالة القطع (OFF)، وبذلك تتغير حالة البوابات N4 .. N1؛ دلالة على اتمام عملية التفريغ.

أما الجهد العالى (H) على الطرف (3) يؤدى إلى مرور التيار خلال D_4 إلى قاعدة T_1 فيتحول إلى وضع التوصيل ON ويمر التيار من T_1 إلى D_5 إلى القطب الموجب للبطارية ويضىء D_4 دلالة على بدء عملية الشحن كما أنه يلاحظ أن تيار الشحن لا يستطع المرور عن طريق T_3 حيث أنه فى هذه الحالة يكون فى وضع (OFF).

دائرة التأخير الزمنى:

وتتكون الدائرة من الدائرتين المتكاملتين IC_3 ، IC_2 والمقاومات R_{17} , R_{18} والمقاومة المتغيرة P2 ، وكذلك المكثف C7.

- IC_2 دائرة متكاملة من عائلة CMOS طراز 4060 وتعمل عادة كمذبذب وعداد ثنائى، وتستخدم فى الدائرة كمؤقت زمنى وزمن التأخير لها يمكن ضبطه على أساس المدة الزمنية اللازمة لشحن البطارية وذلك بواسطة التحكم فى P_2 .
- IC_3 دائرة متكاملة من عائلة CMOS طراز 4040 وتعمل كعداد ثنائى ودخل الساعة للعداد (clock) يتم تغذيته من خرج المؤقت الزمنى IC_2.

عمل دائرة التأخير الزمنى:

من الأهمية بمكان أن نشير إلى أن دائرة التأخير الزمنى هى التى تتحكم فى

استمرار سريان تيار الشحن إلى البطارية أو إيقافه كما يلى:

عند بدء تشغيل الشاحن يشحن المكثف C_8 إلى القيمة العظمى لخرج دائرة التوحيد ويفرغ المكثف شحنته عن طريق المقاومة R_{19} ببطئ نظراً لارتفاع قيمة المقاومة R_{19} (1MΩ) فيرتفع الجهد على الطرف (11) للدائرة IC_3 (Reset) للعداد ويكون خرج العداد على الطرف (4) Q7 منخفضاً (L) وبالتالى يكون D_9 فى الانحياز العكسى فلا يمرر تيار ولا يتأثر تيار الشحن وتستمر عملية شحن البطارية.

بعد انتهاء فترة الشحن، والتى تقدر بحوالى (17 : 14) ساعة، والتى سبق وأن تم ضبطها بواسطة P_2 تتغير حالة خرج المؤقت الزمنى IC_2 ويصبح الخرج على الطرف (3) عالى (H) Q_{14} يصل هذا الخرج إلى دخل الساعة للعداد IC_3 على الطرف (10) فيتحول خرج العداد عند الطرف (4) Q7 إلى المستوى العالى (H) ومن ثم يصبح D_9 فى الانحياز الأمامى فيمر خلاله تيار يؤدى إلى رفع جهد الدخلين (2,6) للدائرة المتكاملة IC_1 (555) فيتحول الخرج على الطرفين (3,7) إلى المستوى المنخفض (L) **وهذا التحول فى الخرج يؤدى إلى:**

١ – إضاءة D3 ؛ دلالة على تمام عملية الشحن.

٢ – إعتام D4 ، دلالة على توقف تيار الشحن.

كما أن حالة البوابات N4 ... N1 لا تتغير، وذلك لأن المكثف C_6 يكون عليه شحنة عالية فيظل T_3 فى حالة فصل off **مما يمنع تفريغ البطاريات مرة أخرى ويمر تيار تعويض يقدر بحوالى 20% من تيار الشحن الرئيسى عبر المقاومة R1 و وذلك لتعويض تيار التسريب لتظل البطاريات مكتملة الشحن.**

ومما سبق يتضح أن إضاءة D3 حدثت عند حالتين هما:

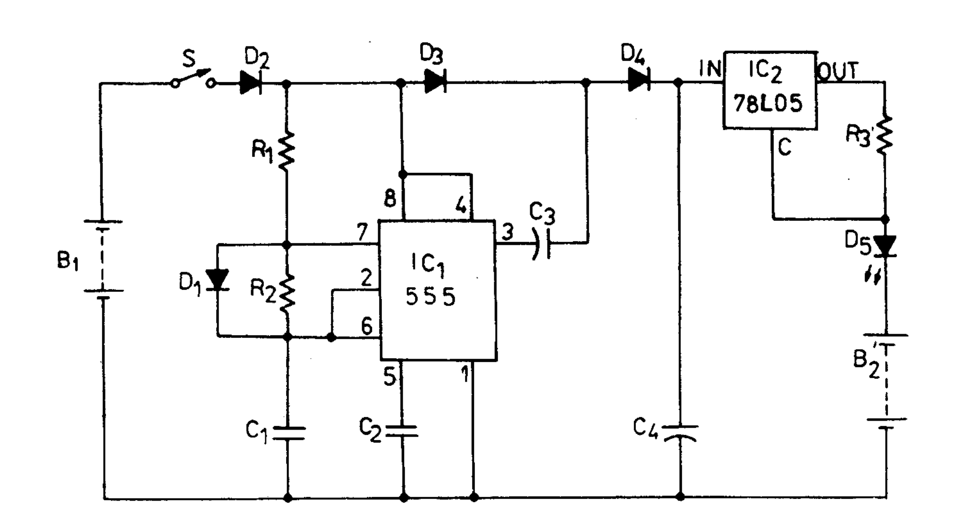
١ – عند تفريغ البطاريات فى بداية الشحن ويبقى مضيئاً حتى تمام عملية التفريغ وهذه الفترة يمكن التحكم فيها بواسطة المقاومة P_1 والموصلة على التوالى مع R_5 والمكثفC_3 مع الطرف 5 للدائرة المتكاملة IC_1 (555) .

٢ – يضىء مرة أخرى عند انتهاء عملية الشحن.

أما D4 فهو يضيء من بدء عملية الشحن إلى انتهاء فترة الشحن.

الدائرة رقم (٧) :

الشكل (٣ – ١٣) يعرض دائرة شحن بطارية قلوية (Ni - cad) 12V بواسطة بطارية حامضية (بطارية سيارة) جهدها 12V.



الشكل (٣ – ١٣)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 0.5W / 10kΩ	R1 , R2
مقاومة كربونية 0.5W / 680Ω	R3
مكثف سيراميكي سعته 10nF	C1 , C2
مكثف كيميائي سعته 10V / 1 µF	C 3 , C4
موحد سليكوني طراز 1N4148	D1 - D4
موحد باعث للضوء	D5

IC_1	دائرة متكاملة (مذبذب) طراز 555
IC_2	منظم للجهد طراز 78L05
B_1	بطارية حامضية (بطارية سيارة) مصدر الشحن)
B_2	بطارية قلوية المراد شحنها Ni - Cad
S_1	مفتاح قطب واحد سكة واحدة

نظرية عمل الدائرة :

عملياً أنه ليس من الممكن شحن بطارية جهدها 12V من أخرى لها نفس الجهد (12V)، حيث أنه من المعروف أننا لكى نشحن بطارية جهدها 12V يجب أن يكون مصدر الشحن جهده لا يقل عن 14V أو يزيد .

وفى الدائرة أمكن التغلب على تلك المشكلة، حيث إن مصدر الشحن هو بطارية السيارة التى جهدها 12V، وذلك باستخدام الدائرة المتكاملة IC_1 طراز (555) لكى تعمل كمضاعف جهد مع المكثفان C_3 , C_4 .

فعند غلق المفتاح S يمر تيار فى الدائرة من القطب الموجب للبطارية B_1 وفى نفس الوقت تبدأ الدائرة IC_1 فى التذبذب ، فعندما يكون خرج IC_1 عند الطرف (3) منخفضاً (L) يشحن المكثف C_3 عن طريق D_2 , D_3 (لأنهما فى الانحياز الأمامى)، إلى جهد يساوى جهد المصدر 12V .

وعندما يكون خرج IC_1 عند الطرف (3) عالٍ (H) تكون قيمة الجهد عند اتصال C_3 مع D_3 حوالى 24V، وذلك لأن الطرف السالب للمكثف C_3 يكون عند 12V+، كما أن المكثف نفسه مشحون إلى حوالى 12V+ فيكون مجموع الجهدين 24V عند نقطة اتصال C_3 مع D_3 .

نتيجة ذلك يصبح D_3 فى الانحياز العكسى بينما يكون الموحد D_4 فى الانحياز الأمامى فيمر خلاله تيار يشحن C_4 إلى ما يقرب من 22V وعلى ذلك تكون قيمة الجهد الموجود على المكثف C_4 كافٍ لغرض شحن البطارية .

لذلك يعتبر C_4 هو مصدر الشحن الفعلى الموجود فى الدائرة .

الدائرة IC_2 (منظم الجهد) يعتبر هو مصدر التيار المار فى المقاومة R_3 نتيجة فرق جهد ثابت (+5V) . ، ويمكن حساب قيمة التيار المار فى المقاومة R_3 من قانون أوم، حيث :

$$I_{R_2} = \frac{V}{R_2}$$

حيث إن :

I_{R_2} التيار المار فى R_2 .

V فرق الجهد على المقاومة R_2 = 5V .

R_2 قيمتها 680Ω .

$$I_{R_2} = \frac{5}{680} = 7.4mA$$

وهذا التيار غير كافٍ لشحن البطارية B2 .

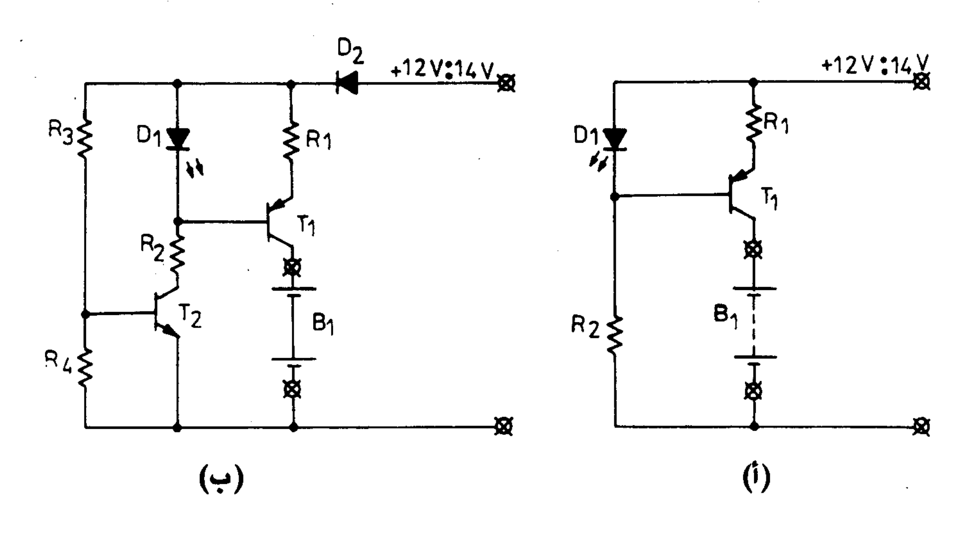
وبتوصيل الطرف المشترك (Comman) لمعظم الجهد IC2 مع أنود D5 أدى ذلك إلى رفع التيـار المار إلى البطارية إلى 10.4mA حيـث إن التـيـار المار فى طرف الأرض لمنظم الجهد يساوى حوالى 3mA .

وبهـذا يكون التيار كافيا لشحن البطارية القلوية Ni - Cad التى جهدها 12V مع الأخذ فى الاعتبار أن تكون البطارية B1 (الحامضية) تامة الشحن عند بداية شحن البطارية B2 .

وبمرور تيار الشحن إلى B2 يضىء D5 ، دلالة على بدء عملية الشحن وبمعرفة سعة البطارية (Ah) يمكن معرفة زمن الشحن .

الدائرة رقم (٨) :

الشكل رقم (٣ – ١٤) يعـرض دائرتين لشـحن بطارية نيكل كـادمـيـوم (NI - Cad) .



الشكل (٣ - ١٤)

عناصر الدائرة:

انظر النص	R_1 , R_2 , R_3
مقاومة كربونية 0.5W / 3.3KΩ	R_4
ترانزستور PNP طراز BD140 , BC557	T_1
ترانزستور NPN طراز BC547	T_2
موحد باعث للضوء 20mA	D_1
موحد سليكونى طراز 1N4001	D_2

نظرية عمل الدائرة:

أولا: تعد الدائرة الموضحة فى الشكل [٣ - ١٤ (أ)] دائرة مصدر تيار حيث يعمل الموحد الباعث للضوء D_1 على المحافظة على فرق الجهد بين الباعث والقاعدة (V_{BE}) للترانزستور T_1 مساويًا 1.5V مما يجعل التيار المار فى T_1 تيارًا ثابتًا ويكون فرق الجهد على المقاومة R_1 مساويا 0.85V والجدول (٣ - ١) يعطى قيمة المقاومة R1 مع أنواع مختلفة من بطاريات النيكل كادميوم المتوفرة بالأسواق وذلك باعتبار أن تيار الشحن يساوى C/10 حيث إن C سعة البطارية بالأمبير ساعة.

الجدول (٣-١)

نوع البطارية	الحجم	السعة mAh	تيار الشحن mA	R_1 (Ω)
Lady R1	N	180	18	47
micro R03	AAA	180	18	47
Pen ligh R6	AA	500	50	15
baby R14	C	1200	120	6.8
		1800	180	4.7
mon R20	D	4000	400	2.2

والجدير بالذكر أنه يجب عدم تشغيل الدائرة بدون توصيل البطارية المراد شحنها حيث إن ذلك يؤدى إلى انهيار الموحد الباعث للضوء D_1.

ثانياً: الشكل [٣-١٤ (ب)]

هذه الدائرة تعتبر تعديلاً للدائرة الموضحة فى شكل [٣ - ١٤(أ)] حيث يتم حماية الدائرة من انعكاس قطبية المصدر بواسطة الموحد D_2. أما المقاومة R_3,R_4 والترانزستور T_2 فتعمل على إيقاف الشحن فى حالة عدم توفر مصدر جهد مناسب للشحن.

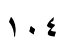
والجدول (٣-٢) يوضح قيم كل من R_2,R_3 لأعداد مختلفة من الخلايا.

الترانزستور T_1 يكون من طراز BC 557 عندما يكون تيار الشحن لا يتعدى 100mA أما إذا تعدى تيار الشحن تلك القيمة (عند جهود شحن عالية) فإنه من المستحسن استخدام طراز BD 140 . كما أن جهد دخل الدائرة لا نحتاج له إلى

عملية ترشيح.

الجدول (٣ - ٢)

R_3 (Ω)	R_2 (Ω)	جهد الدخل الأدنى Vin	عدد الخلايا
22	270	5	2
27	330	6	3
39	470	7.5	4
47	560	9	5
56	680	10	6
68	820	12	7



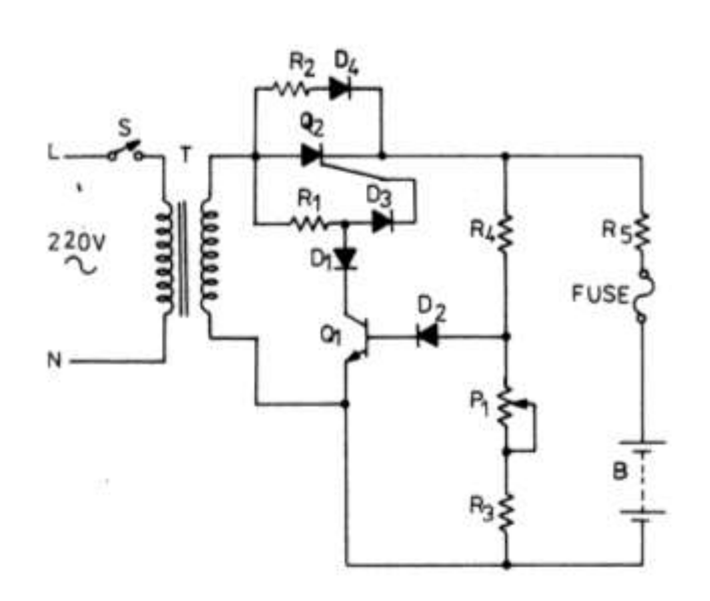
الباب الرابع

دوائر شحن البطاريات الحمضية

دوائر شحن البطاريات الحمضية

الدائرة رقم (٩) :

الشكل (٤-١) يعرض دائرة بسيطة لشاحن بطارية حمضية 12V .



الشكل (٤-١)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 0.5 W/330Ω	R_1
مقاومة كربونية 6W/220Ω	R_2
مقاومة كربونية 0.5 W/100Ω	R_3
مقاومة كربونية 0.5W/820Ω	R_4
مقاومة كربونية متغيرة 1W/100Ω	P_1

موحد سليكون طراز BY125	D_1, D_3, D_4
موحد سليكون طراز SD50	D_2
ترانزستور NPN طراز BC14 8	Q_1
ثايرستور طراز 2N 3668	Q_2
مقاومة سلكية (نيكل كروم) $0.5W/1\Omega$	R_5
فيوز 3A	Fuse
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S
محول خافض (220/12V) سعته 60 VA	T

نظرية عمل الدائرة:

عند غلق المفتاح S يخفض المحول T جهد المنبع إلى 12V . وتغذى الدائرة عن طريق دائرة توحيد نصف الموجة . ففى نصف الموجة الموجب لموجة المصدر تكون الموحدات D_1, D_3, D_4 فى الانحياز الامامى .

ويكون التيار المار من D_3 كافيا لإشعال الثايرستور Q_2 خلال نصف الموجة الموجب لجهد الدخل فيمر تيار من Q_2 يعتبر تيار الشحن الرئيسى إلى القطب الموجب للبطارية عن طريق R_5 لتبدأ عملية شحن البطارية .

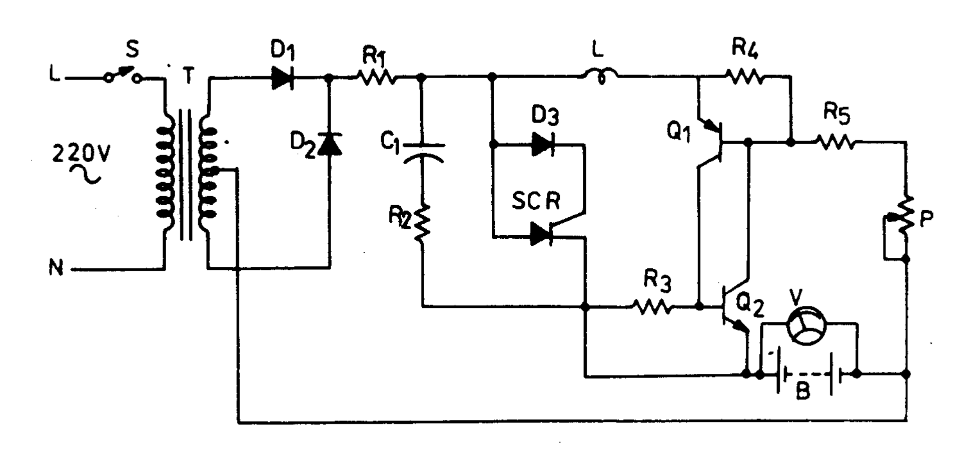
وبإرتفاع جهد البطارية إلى القيمة العظمى (12V) وبضبط P_1 بحيث يكون الجهد على أنود D_2(1.2V) فعند هذه اللحظة نجد الآتى :

– جهد أنود D_2 موجب بالنسبة لأرضى الدائرة وعليه يكون الموحد D_2 فى الانحياز الأمامى ويكون الجهد الواقع عليه حوالى 0.6V، ويساوى VBE للترانزستور هذا الجهد كافيا لتحويل الترانزستور Q_1 إلى حالة التوصيل N فيمر التيار من D_1 عبر Q_1 ويقل التيار المار فى D_3، حيث يكون غير كافٍ لإشعال التايرستور Q_2 فيتوقف تيار الشحن الرئيسى .

يمر تيار بسيط إلى البطارية عن طريق D_4 لتعويض تيار التسرب للبطارية . المقاومة R_5 والمصنوعة من سبيكة النيكل كروم تحد من مرور التيار فى الدائرة إذا وصل على الجهاز بطارية تالفة (بها دائرة قصر) .

الدائرة رقم (١٠):

الشكل (٤-٢) يعرض دائرة أخرى لشاحن بطارية حمضية (12V).



الشكل (٤-٢)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 20W/5Ω	R_1
مقاومة كربونية 1W/33Ω	R_2
مقاومة كربونية 1W/470Ω	R_3
مقاومة كربونية 1W/150Ω	R_4
مقاومة كربونية 2W/1.8KΩ	R_5
مقاومة متغيرة 2W/10KΩ	P
مكثف كيميائى سعته 50V/1µF	C_1
موحد سليكونى طراز 1N 4002	D_1-D_3
ترانزستور PNP طراز BC 157	Q_1
ترانزستور NPN طراز BC 147	Q_2
محول خافض (C - T) V (14-0-14)/220 وسعته 150VA	T
لمبة بيان 12V/0.15 A	L
مفتاح قطب واحد سكة واحدة.	S

نظرية عمل الدائرة:

تغذى الدائرة عن طريق دائرة توحيد موجة كاملة باستخدام (D_1,D_2) ومحول (T) ذو نقطة المنتصف C.T. فعند غلق المفتاح S فإن خرج دائرة التوحيد يشحن المكثف C_1 إلى القيمة العظمى لجهد المنبع عبر المقاومة R_1 ويصبح الجهد الواقع على المكثف C_1 كافيا لتحويل الموحد D_3 إلى الانحياز الأمامى فيمر منه تيار يكفى لإشعال الثايرستور SCRفيمر من خلاله تيار الشحن الرئيسى إلى البطارية والذى يستمر إلى تمام عملية الشحن.

بانتهاء عملية الشحن وارتفاع جهد البطارية يتعرض الثايرستور إلى انحياز عكسى فينقطع تيار الإمساك للثايرستور ويتوقف تيار الشحن.

ويتحول الثايرستور إلى حالة القطع ويمر تيار عبر المقاومات R_4,R_5,P فيتحول Q_1 إلى حالة التوصيل ON ويفرغ المكثف شحنته عن طريق R_2,R_3 إلى قاعدةQ_2 الذى تحول بدوره إلى ON فيمر تيار شحن ضعيف (تيار تعويض) عن طريق R_1، اللمبة L التى تعطى إضاءة دلالة على انتهاء فترة الشحن ثم إلى Q_2,R_4 وصولا إلى القطب الموجب للبطارية ويمكن التحكم فى شدة تيار التعويض عن طريق ضبط المقاومة المتغيرة P (20% من تيار الشحن الرئيسى) لتظل البطارية مكتملة الشحن .

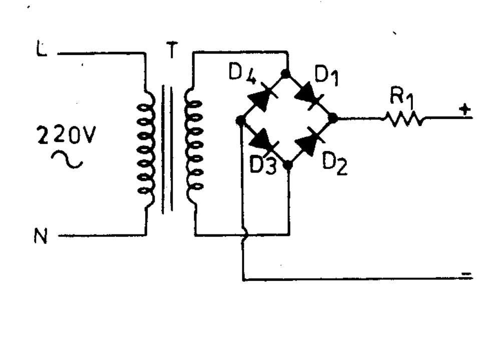
- عند ضبط المقاومة P يجب أن تبدأ من $\cong 2K\Omega$ ولا تقل عن هذه القيمة .
- المقاومة R_1 تحد من مرور التيار فى الدائرة إذا ما وصلت بطارية تالفة على الشاحن وذلك لحماية دائرة التوحيد .
- يمكن معرفة تمام شحن البطارية، وذلك عن طريق جهاز قياس ڤولتمير.
- المقاومة R_4 تعطى جهد انحياز (V_{BE}) الترانزستور Q_1 .
- يمكن استخدام دائرة توحيد موجة كاملة باستخدام أربعة موحدات سليكونية (قنطرة توحيد الموجة الكاملة) إذا لم يتوافر المحول ذو نقطة المنتصف وبدلاً من الدائرة المكونة من الموحدين D_1,D_2 .

والشكل (٤-٣) يوضح طريقة توصيل قنطرة توحيد تتألف من أربعة موحدات سليكونية حيث R_1 هى المقاومة R_1 للدائرة شكل (٤-٢) كما يوصل (-) بالقطب

السالب للبطارية اما (+) فيوصل بالقطب الموجب للمكثف C_1.

فى حين أن T محول خافض (220/14V) وسعته 150 VA.

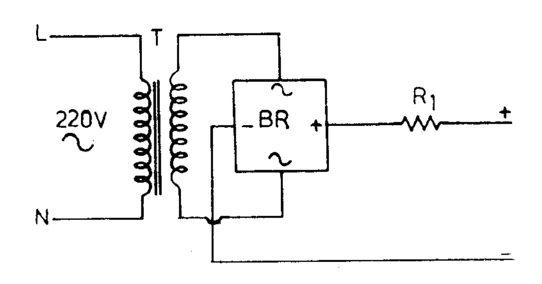
والموحدات ($D_1..D_4$) سليكونية طراز 1N4002.



الشكل (٤-٣)

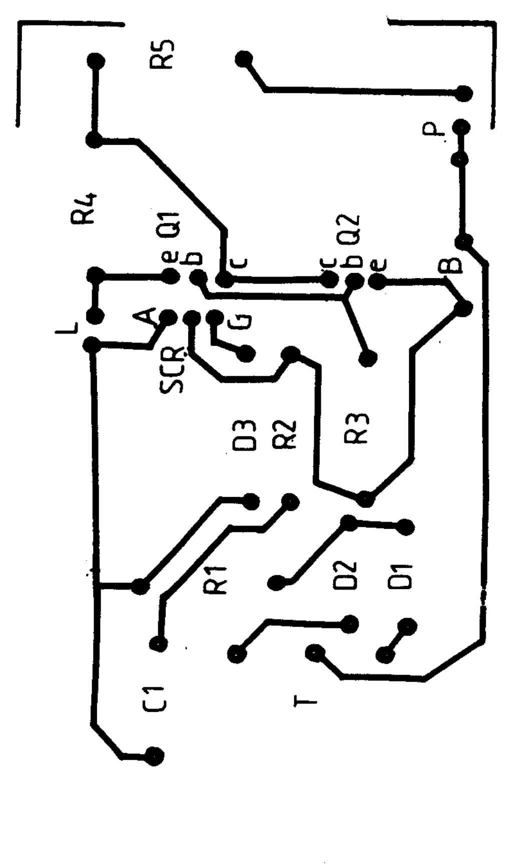
والشكل (٤-٤) يوضح كيفية استخدام قنطرة توحيد موجة كاملة (IC) وتوصل أطراف الدائرة كما بشكل (٤-٣) كما يمكن استخدام نفس المحول T(220/14V) سعته 150VA أما BR فهى قنطرة توحيد موجة كاملة طراز KBV4D.

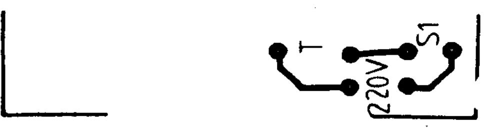
ويمكن استخدام دائرة الشاحن لشحن بطارية (6V) مع استبدال فقط لمبة البيان (L) بلمبة أخرى (6V/0.3A).



الشكل (٤-٤)

والشكل (٤-٥) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للشاحن.

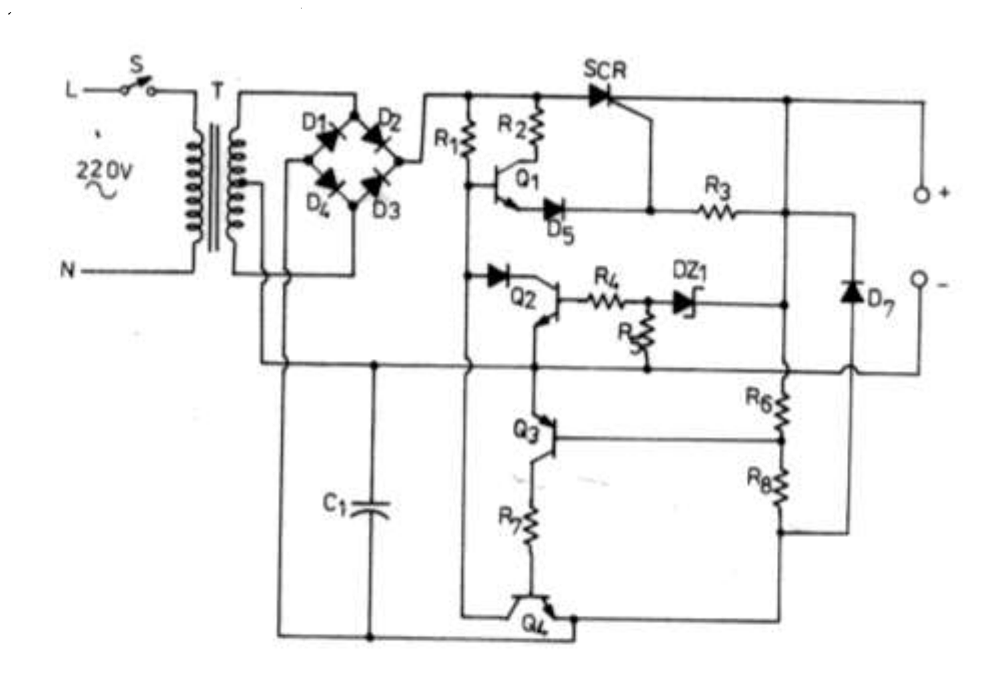




الشكل (٤-٥)

الدائرة رقم (١١) :

الشكل (٤-٦) يعرض دائرة شاحن بطارية سيارة مزودة بوسيلة للتحكم فى قيمة تيار الشحن. وحماية ضد عكس أقطاب البطارية.



الشكل (٤-٦)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 0.5W/1.8 KΩ	R_1
مقاومة كربونية 2W/50Ω	R_2
مقاومة كربونية 0.5W/4.7KΩ	R_3, R_6
مقاومة كربونية 0.5W/1KΩ	R_4
مقاومة كربونية 2W / 39Ω	R_5
مقاومة كربونية 0.5/10K	R_7, R_8
مكثف كيميائي سعته 40V/25µF	C_1
موحد سليكونى طراز 1N4002	$D_1 : D_4$
موحد سليكونى طراز 1N3209	$D_5 : D_7$

موحد زينر 400mw/12.8V	DZ_1
ثايرستور طراز 2N 682	SCR
ترانزستور NPN طراز 2N 3416	Q_1, Q_4
ترانزستور NPN طراز 2N3393	Q_2
ترانزستور PNP طراز 2N 2905	Q_3
محول خافض 1A/220/(12.6-0-12.6V)C.T	T
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S

نظرية عمل الدائرة:

تغذى الدائرة باستخدام المحول ودائرة توحيد الموجة الكاملة المؤلفة من الموحدات $((D_1 - D_4))$ فعند غلق المفتاح S يمر تيار دائرة التوحيد عن طريق R_1 إلى قاعدة Q_1 ليتحول إلى حالة التوصيل ON فيمر من خلاله تيار إلى D_5 عبر R_2 والتيار المار من D_5 إلى بوابة SCR يكون كافياً لإشعال الثايرستور فيمرر تيار الشحن إلى القطب الموجب للبطارية. بعد تمام عملية الشحن يرتفع جهد البطارية إلى أن يساوى ويزيد عن جهد موحد الزينر VZ_1 فيمر من خلاله تيار ليحصل الترانزستور Q_2 على الانحياز الكافى لتوصيله، فيتحول إلى ON، وعلى ذلك يتجزأ تيار دائرة التوحيد؛ ليمر جزء منه خلال Q_1 والآخر عن طريق Q_2، وعلى هذا ينخفض التيار المار فى D_5 إلى بوابة SCR ويكون غير كاف لإشعال الثايرستور ، كما أنه بارتفاع جهد البطارية يحصل الثايرستور على الانحياز العكسى فيتوقف مرور تيار الشحن؛ بينما يمر التيار عن طريق Q_2 إلى نقطة المنتصف للمحول.

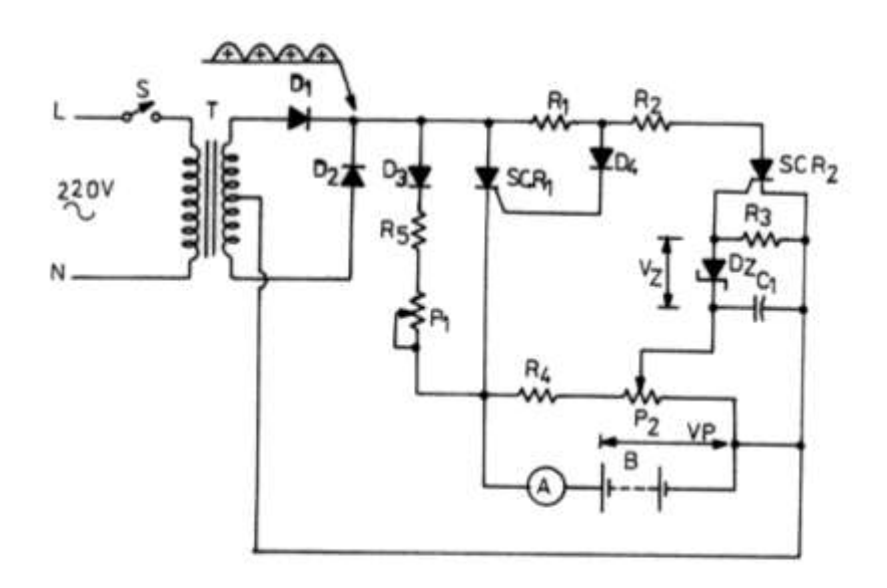
إذا عكست أقطاب البطارية فإن مجزئ الجهد R_6,R_8 يعطى الانحياز الأمامى الكافى لتوصيل Q_3 فيمر تيار المجمع للترانزستور خلال المقاومة R_7 ليتوفر الانحياز الأمامى الكافى لقاعدة Q_4 ليتحول إلى وضع ON فيمر تيار دائرة التوحيد من R_1 إلى Q4 ليحصل D_7 على الانحياز الأمامى، فيمر من خلاله تيار إلى المقاومة R_3،

ويكون التيار المار من D_7 عكس التيار المار من D_5 وتصبح محصلة التيارين على بوابة SCR غير كافية لإشعاله مما يـؤدى إلى عـدم إمـرار تيار دائرة التوحيد عبر SCR إلى البطارية. كما أن Q_2 فى هذه الحالة يكون فى وضـع عدم التوصيل OFF ذلك لان عكس أقطاب البطاريـة يكـون فى بدايـة التشـغيل للدائرة.

أما إذا وصلت بطارية تالفة على الدائرة (بها دائرة قصر) فيمر التيـار من دائرة التوحيد إلى نقطة المنتصف للمحول مباشرة، وتعمل دائرة التوحيد فى هذه الحالة كدائرة توحيد نصف الموجة.

الدائرة رقم (١٢):

الشكل (٤-٧) يعرض دائرة شاحن بطارية حمضية (Lead Acid) خدمة شاقة تحتوى على ثايرستور يشحن بطارية 12V بتيار شحن يصل إلى 6A.



الشكل (٤-٧)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 2W/47Ω	R_1, R_2, R_4
مقاومة كربونية 1W/1KΩ	R_3
مقاومة كربونية 5W/47Ω	R_5
مقاومة متغيرة 5W/250Ω	P_1
مقاومة متغيرة 1W/750Ω	P_2
مكثف كيميائى سعته 25V/50µF	C_1
موحد سليكونى طراز GEA 40F	$D_1 : D_3$
ثايرستور طراز GEC 20F	SCR_1
ثايرستور طراز GEC5u	SCR_2
موحد سليكون طراز GE 1N1652	D_4
موحد زينر طراز 1N1772	DZ
محول خافض 220/(12.6-0-12.6)V(C.T) وسعته 100VA	T
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S
جهاز قياس تيار الشحن (0:10A)	A

نظرية عمل الدائرة:

يتم تغذية هذه الدائرة بواسطة دائرة توحيد الموجة الكاملة باستخدام موحدى السليكون D_1,D_2، كما أن المحول المستخدم T محول خافض ذو نقطة المنتصف (C.T).

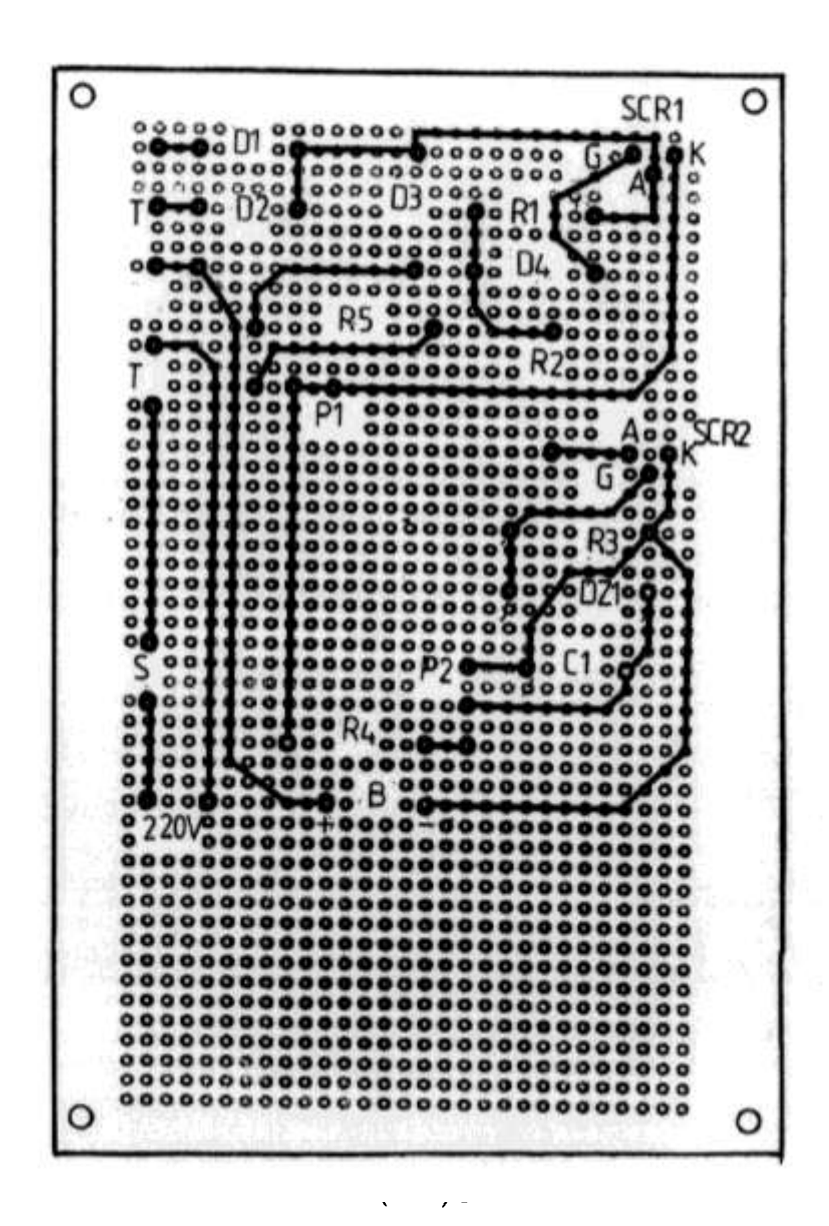
فعند غلق المفتاح S يمر التيار عن طريق D_1 خلال النصف الموجب وعن طريق D_2 خلال النصف السالب لموجة جهد المنبع يمر هذا التيار إلى SCR_1 وفى نفس اللحظة يكون D_4 فى حالة انحياز أمامى فيمرر تياراً كافياً لإشعال SCR_1، وبتوصيل

الثايرستور SCR_1 نتيجة لذلك يمرر تيار الشحن إلى قطب البطارية الموجب. وباستمرار سريان تيار الشحن يرتفع جهد البطارية تدريجياً وقبل تمام شحن البطارية يكون جهدها مازال منخفضاً حيث يكون $VP<VZ$ فيظل SCR_2 فى حالة قطع لعدم حصوله على تيار الإشعال الكافى.

عندما يرتفع جهد البطارية ويصبح $VP>VZ$ يشحن المكثف C_1 ويكون الجهد عليه مساوياً لجهد الزينر $(VC=VZ)$ كما أن قطبية شحنة المكثف تجعل موحد الزينر DZ فى حالة توصيل فيقوم المكثف C_1 بتفريغ شحنته خلال R_3 عن طريق DZ ، وبالتالى يصل إلى بوابة SCR_2 تيار كافٍ لإشعاله فيتحول إلى حالة التوصيل ويكون توصيل SCR_2 فى البداية عند زاوية $90°$ أى عند القيمة العظمى لجهد المنبع وباستمرارية مرور تيار الشحن خلال SCR_1 وزيادة ارتفاع جهد البطارية تتقدم زاوية إشعال SCR_2 حتى يصل SCR_2 إلى لحظة الإشعال قبل SCR_1. وفى خلال النصف الموجب الذى يكون عنده SCR_2 يبدأ فى الاشعال ويكون فى حالة توصيل قبل SCR_1 يفضل التيار المرور خلال SCR_2 عن المرور من SCR_1 حيث أصبح SCR_1 والبطاريات المشحونة على التوازى مع الثايرستور SCR_2. والمقاومتان R_1,R_2 على التوازى مع دائرة توحيد الموجة الكاملة الأمر الذى يؤدى إلى انخفاض تيار الثايرستور SCR_1 عن تيار الإمساك فيحدث إنطفاء ذاتى له وفى هذه الحالة ينخفض الجهد VP عن جهد الزينر VZ نتيجة توقف تيار الشحن بواسطة SCR_1 فيطفىء SCR_2 هو الآخر.

يستمر مرور تيار التعويض عن طريق D_3 والمقاومتين R_5,P_1، وذلك لتعويض تيار التسرب لتبقى البطارية كاملة الشحن لحين فصلها عن الشاحن. ويتم التحكم فى تيار التعويض بواسطة P_1 حتى لا تتعدى شدته 20% من تيار الشحن الرئيسى.

الشكل رقم (٤-٨) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للشاحن منفذاً على لوحة توصيل مثقبة.

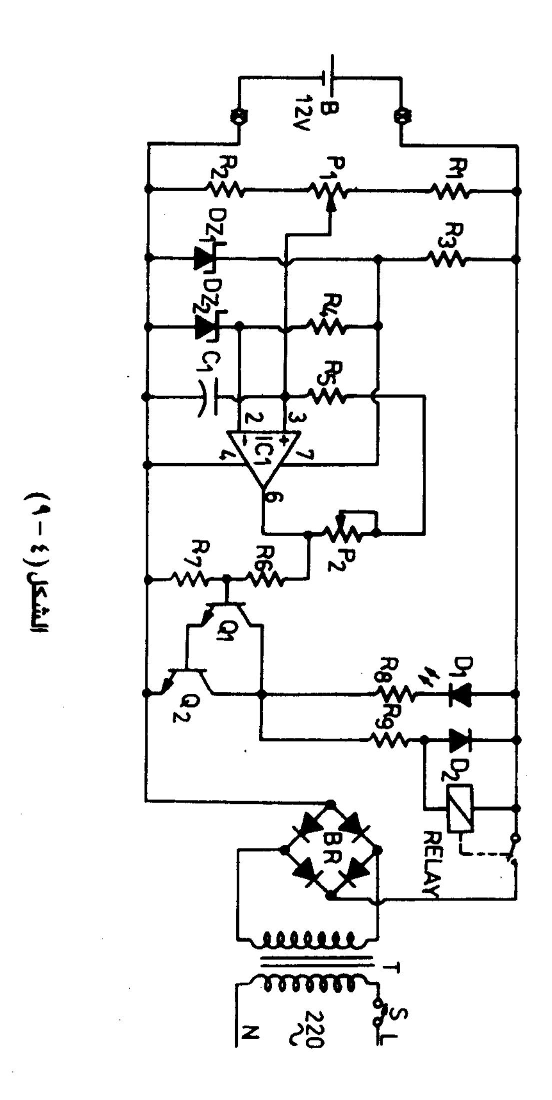

SCR1
D1
G
K
A
T
D2
D3
R1
D4
R5
R2
T
P1
A
SCR2
K
G
R3
DZ1
S
P2
C1
R4
220V
B
+
-

الدائرة رقم (١٣):

الشكل (٤-٩) يعرض دائرة شاحن لبطارية حمضية مع دائرة مراقبة تقوم بفصل تيار الشحن آليا عندما تصل البطارية إلى درجة الشحن المثلى.

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1W/ 10KΩ	R_1, R_2, R_6
مقاومة كربونية 1W / 100Ω	R_3
مقاومة كربونية 1W/ 3.3K	R_4
مقاومة كربونية1W/33K	R_5
مقاومة كربونية1W/ 4.7K	R_7
مقاومة كربونية1W/560Ω	R_8
مقاومة كربونية1W/220Ω	R_9
مكثف كيميائى سعته 15V/100μF	C_1
موحد باعث للضوء50mA	D_1
موحد سليكونى طراز 1N4002	D_2
موحد زينر 1w-9.1V	DZ_1
موحد زينر 500mW - 6.2V	DZ_2
مقاومة متغيرة 1W/ 10K	P_1
مقاومة متغيرة 1W/100Ω	P_2
ترانزستور NPN طراز BC148	Q_1
ترانزستور NPN طراز BC140	Q_2
مكبر عمليات طراز 741	IC_1
محول خافض 10A- 220/15V	T
قنطرة توحيد 24V - 20A	BR
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S
ريلاى 12V (N.C)	Relay
بطارية حامضية (12V) المراد شحنها	B


B
12V
R1
R2
P1
R3
DZ1
DZ2
R4
C1
R5
IC1
P2
R6
R7
Q1
Q2
D1
R8
R9
D2
RELAY
BR
T
S
L
220
N

الشكل (٤ - ٩)

نظرية عمل الدائرة:

تعتمد فكرة عمل الدائرة على إضافة عنصر إلكترونى يعمل على مراقبة حالة البطارية كما يمكن بواسطته قطع تيار الشحن عند اكتمال شحن البطارية. هذا العنصر هو مكبر العمليات IC_1(741)، والذى يوصل فى الدائرة كمقارن حيث يقوم بمقارنة جهد البطارية التى تحت الشحن مع جهد مرجعى ثابت (Reference Voltage). فإذا وصل جهد البطارية إلى حد معين أثناء عملية الشحن فإن خرج المقارن يكون قادراً على توصيل الريلاى (Relay) لقطع الدائرة، ومن ثم لإيقاف تيار الشحن. وإذا انخفض جهد البطارية عن حد معين فإن خرج المقارن يقوم بتشغيل الريلاى لإمرار تيار الشحن إلى البطارية.

يتم تغذية مكبر العمليات IC_1(Op-Amp) الذى يعمل كمقارن بجهد ثابت بواسطة DZ_1,R_3 ولذا فإنه لا يتأثر بأى تغيرات فى جهد المنبع. ويوصل الجهد المرجعى (ref. vol.) على الطرف العاكس للمكبر (2) عن طريق DZ_2,R_4 وهذا الجهد يتم مقارنته مع جهد البطارية المراد شحنها والموصل على الطرف غير العاكس للمقارن (3) عن طريق مجزئ الجهد المكون من R_1,P_1,R_2.

إذا زاد جهد البطارية عن الجهد المضبوط عليه المقاومة P1، فإن الجهد المسلط على الطرف غير العاكس يزيد عن الجهد الواقع على الطرف العاكس (الجهد المرجعى)، مما يجعل خرج المقارن على الطرف (6) فى المستوى العالى (H)، فيؤدى هذا الخرج إلى إعطاء انحياز أمامى كافٍ لقاعدة الترانزستور Q_1 فيتحول إلى حالة التوصيل ON، وبالتالى يتحول Q_2 إلى ON، وذلك لتوصيله على التوالى مع خرج Q_1، مما يؤدى إلى مرور تيار فى ملف الريلاى، فيعمل الريلاى ويؤدى إلى قطع تيار الشحن المار إلى البطارية من خرج دائرة توحيد الموجة الكاملة والمكونة من المحول الخافض (T) وقنطرة التوحيد (BR). وفى نفس الوقت يمر تيار خلال الموحد الباعث للضوء D_1 فيضىء؛ للدلالة على اكتمال شحن البطارية.

ولحماية البطارية من توصيل تيار الشحن مرة أخرى عند الانخفاض البسيط جداً غير المؤثر فى جهد البطارية، والناتج عن تيار التسرب يوصل جزء من خرج المكبر كتغذية عكسية عن طريق P2,R5 إلى الطرف غير العاكس (3). وتعتمد قيمة التغذية العكسية على جهد البطارية وضبط P2 عندما يكون خرج المقارن منخفضاً (L).

أما أذا إنخفض جهد البطارية عن حد معين (الجهد المضبوط عليه P1 هذا يعنى أن البطارية تحتاج إلى تيار الشحن مرة أخرى وعلى ذلك فان الجهد الواقع على الطرف غير العاكس (3) أصبح أقل من الجهد على الطرف العاكس (2) (الجهد المرجعى)، فيتحول خرج المقارن إلى المستوى المنخفض (L) وبالتالى يتحول كل من Q2,Q1 إلى حالة الفصل OFF لعدم حصولهما على الانحياز الكافى للتشغيل، يترتب على ذلك عدم إمكانية مرور تيار فى ملف الريلاى، فتعود ريشته إلى وضعها الطبيعى مغلقة ليمر التيار من دائرة التوحيد إلى البطارية لإكمال شحنها.

كما أنه لا يمر تيار فى الموحد الباعث للضوء D1 فيعتم مما يعنى أن البطارية تحت الشحن مرة أخرى.

ولمعايرة الدائرة لتعمل بالصورة المرجوة يستخدم مصدر جهد مستمر يمكن التحكم فى قيمته، ويوصل مكان طرفى توصيل البطارية المراد شحنها على دائرة الشاحن.

١- يضبط مصدر الجهد المستمر عند 14.5V وتضبط المقاومة P1 حتى تفتح ريشة الريلاى.

٢- بضبط منبع الجهد المستمر على 12.4V فيفصل الريلاى وتعود ريشته مغلقة مرة أخرى. ثم تضبط المقاومة P2 (التغذية العكسية) حتى يعمل الريلاى مرة أخرى ويفتح ريشته.

الدائرة رقم (١٤) :

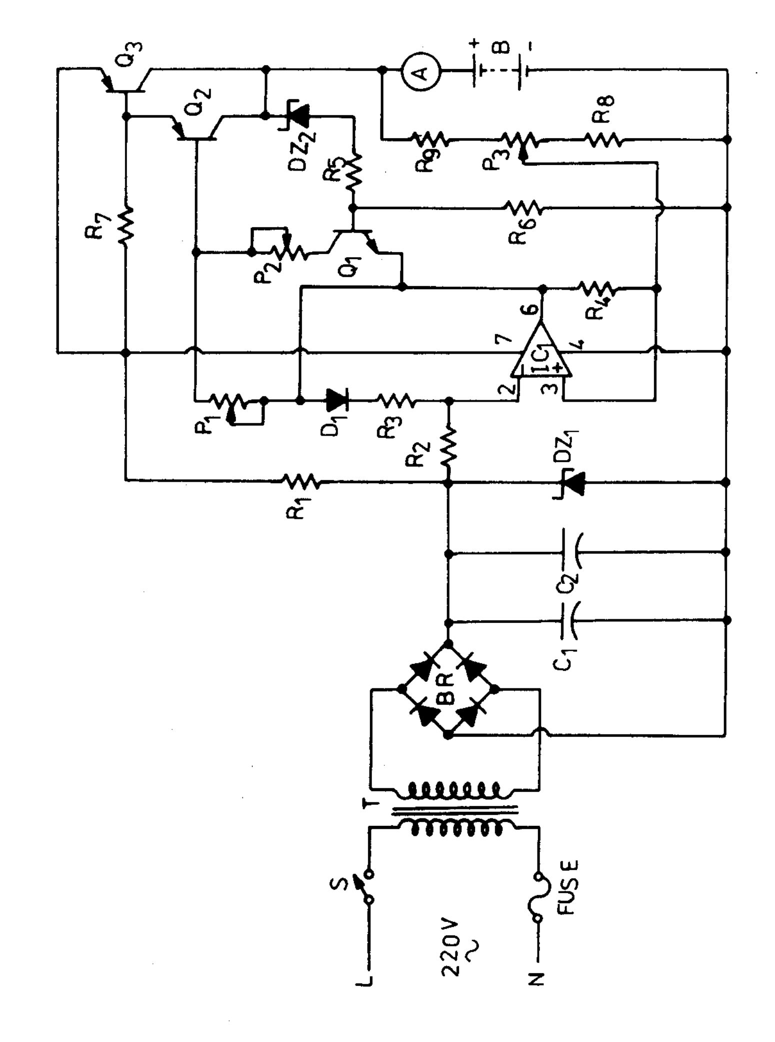
الشكل (٤-١٠) يعرض دائـرة شـاحن بطاريـات حـمضيـة يسـتخدم فى شحن بطارية واحدة جـهـدها 12V وتعـمل آليـاً بتيـار شـحن 2A وصـولاً لجـهـد 14.5V للبطارية ثم بتيار شحن 6A وصـولاً لجهد 14.6V للبطاريـة ثم يتوقـف آلياً .

عناصر الدائرة :

*** جميع المقاومات المستخدمة قدرتها 0.5W**

مقاومة كربونية 12KΩ	R_1
مقاومة كربونية 10KΩ	R_2
مقاومة كربونية 82KΩ	R_3
مقاومة كربونية 1MΩ	R_4
مقاومة كربونية 8.2KΩ	R_5,R_6
مقاومة كربونية 100Ω	R_7
مقاومة كربونية 3.9KΩ	R_8
مقاومة كربونية 4.7KΩ	R_9
مقاومة كربونية متغيرة 1W/100KΩ	P_1
مقاومة كربونية متغيرة 1W/330KΩ	P_2
مقاومة كربونية متغيرة 1W/10KΩ	P_3
مكثف كيميائى سعته 40V/4700μF	C_1,C_2
ترانزستور NPN طراز BC 148	Q_1
ترانزستور PNP طراز BD 140	Q_2
ترانزستور PNP طراز Tip 2955	Q_3
موحد سليكونى طراز 1N4002	D_1
موحد زينر 400mW/6.8V	DZ_1
موحد زينر 400mW/5.6V	DZ_2

قنطرة توحيد طراز B80C 10000	Br
مكبر عمليات op-Amp طراز 741	IC_1
محول خافض 8A - 220/16V	T
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S
مصهر 1A	Fuse
جهاز أميتر تياره 10A	A

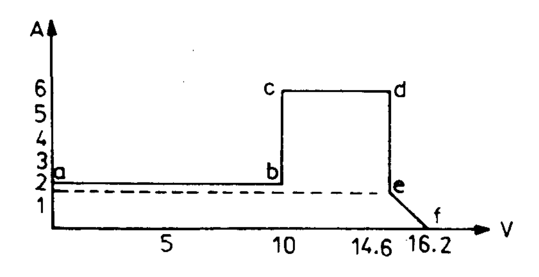


الشكل (٤-١٠)

نظرية عمل الدائرة:

بغلق المفتاح S يمر تيار فى الدائرة من خرج دائرة التوحيد حيث يقوم المكثفان C_1,C_2 على إزالة التموجات المصاحبة لهذا الخرج. ومكبر العمليات الموصل فى الدائرة كمقارن يقوم بمقارنة قيمة الجهد الثابت على الطرف العاكس (2) الناتج من توصيل R_1,DZ_1 مع الجهد الدال على مدى شحن البطارية والموصل إلى الطرف غير العاكس (3) عن طريق المقاومة المتغيرة P_3 .

فعندما يكون جهد البطارية 10V> يعنى هذا أن الجهد على الطرف العاكس أعلى من الجهد على الطرف غير العاكس وعلى ذلك يكون خرج المقارن فى المستوى المنخفض (L) يمر نتيجة ذلك الخرج تيار منخفض إلى قاعدتى Q_2,Q_3 ينتج عنه توصيلة منخفضة للترانزستور Q_3 فيمر تيار شحن منخفض نسبياً إلى البطارية حيث يتوقف شدة هذا التيار على ضبط المقاومة P_1 والتى تمثل دائرة تغذية عكسية للمقارن مع كل من R_3,D_1 وشدة تيار الشحن هذا يقدر بحوالى (2A) وهذا ما يمكن ملاحظته على الشكل (٤–١١) منحنى شحن البطارية خلال الجزء الأول من المنحنى (a-b) ويلاحظ أنه خلال تلك الفترة يكون Q_1 فى حالة OFF عند ارتفاع جهد البطارية إلى ما بين (10-14.5V) يوصل موحد الزينر DZ_2 ويمر من خلاله تيار كاف إلى قاعدة Q_1 عن طريق R5 فيتحول الترانزستور إلى حالة التوصيل ON ويظل خرج المقارن منخفضاً وبمرور التيار خلال Q_2 يرتفع جهد قاعدة Q_3 ويتحول إلى وضع التوصيل ON ويمر تيار شحن عال يصل إلى القطب الموجب للبطارية وتكون شدة التيار فى هذه الحالة 6A وهذا يتضح فى جزء المنحنى (c-d) للشكل (٤–١١) .



الشكل (٤–١١)

ويتوقف قيمة تيار الشحن فى هذه الحالة على ضبط كل من P_1,P_2 وبوصول جهد البطارية إلى 14.6V يرتفع الجهد عند طرف المقاومة P_3 المتصل بالطرف غير العاكس (3) للمقارن عن جهد موحد الزينر DZ_1 وبتأثير التغذية العكسية الموجبة بواسطة R_4 يتحول خرج المقارن إلى المستوى العالى (H)، فينتج عن ذلك تحول Q_1 إلى حالة القطع مرة أخرى OFF ، ويصبح قيمة تيار الشحن فى هذه الحالة متوقفة على قيمة P_1؛ ونتيجة ارتفاع خرج المقارن يصبح D_2 فى الانحياز الأمامى ويمر منه تيار إلى R_3 كتغذية عكسية وعليه تقوم R_2,R_3بخفض تيار الشحن تدريجياً إلى أن يصل إلى (0A) عند اكتمال شحن البطارية إلى حوالى 16.2V كما هو موضح على جزء المنحنى (e-f). شكل (٤–١١).

معايرة الدائرة :

١– تضبط المقاومة P_3 عندما يكون جهد البطارية 14.4V حتى يكون خرج المقارن فى المستوى العالى (H).

٢– تضبط المقاومة P_1 لإعطاء أقصى قيمة لتيار الشحن ولمدة 20 ساعة فى خلال رفع جهد البطارية من 14.5V إلى جهد 15V .

ويمكن حساب قيمة أقصى تيار للشحن فى خلال مدة 20 ساعة وذلك من المعادلة

$$Ich = \frac{C}{20} = \frac{Ah}{20}$$

حيث : C هى سعة البطارية Ah .

20 الزمن اللازم لإمرار أقصى تيار للشحن.

Ich تيار الشحن بالأمبير.

٣– يتم ضبط المقاومة P_2 لإعطاء تيار شحن لمدة خمس ساعات لرفع جهد البطارية من 11V إلى 14V.

٤– فترة رفع جهد البطارية الموضحة على المنحنى (a-b) شكل (٤ – ١١) تعتمد أساساً على خواص الترانزستورات الموصلة بالدائرة.

الدائرة رقم (١٥):

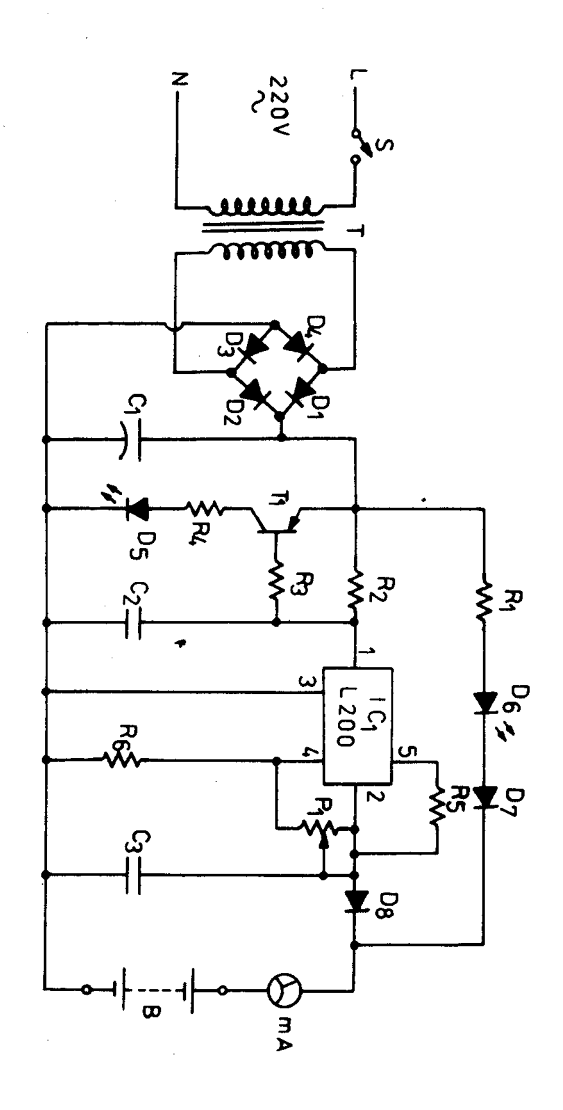
الشكل (٤-١٢) يعرض دائرة شاحن بطارية حامضية من النوع (Cyclon) جهدها (6V) مكونة من ثلاث خلايا كل منها (2V).

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 0.5W/ 1KΩ	R_1, R_6
مقاومة كربونية 0.5W/ 10Ω	R_2
مقاومة كربونية 0.5W/ 10KΩ	R_3
مقاومة كربونية 0.5W/ 1.2KΩ	R_4
مقاومة كربونية 0.5W/ 2.2Ω	R_5
مقاومة متغيرة 1W/ 4.7KΩ	P_1
مكثف كيميائى سعته 50V/1000µF	C_1
مكثف سيراميكى سعته 220nF	C_2
مكثف سيراميكى سعته 100 nF	C_3
موحد سليكونى طراز 1N4002	D_1 : D_4, D_7, D_8
موحد باعث للضوء (أحمر - أخضر) 15mA	D_5, D_6
ترانزستور PNP طراز BC559	Q_1
دائرة متكاملة (منظم جهد وتيار) طراز L200	IC_1
محول خافض 300mA- 220V/12V	T
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S
البطارية المراد شحنها (ثلاث خلايا متصلة على التوالى) 6V	B

نظرية عمل الدائرة:

يتم تغذية الدائرة بواسطة دائرة التوحيد المكونة من المحول T والموحدات D_1..D_4 كما أن المكثف C_1 يقوم بترشيح خرج دائرة التوحيد وعند غلق المفتاح S يمر تيار الشحن عبر المقاومة R_2 إلى الدائرة المتكاملة IC_1 والتى تعمل فى الدائرة كمحدد لتيار الشحن (منظم للتيار) إلى حوالى 200mA.



الشكل (٤-١٢)

وبمرور هذا التيار خلال المقاومة R_2، فان فرق الجهد المتكون عليها يكون كافياً لإعطاء الانحياز الأمامى للترانزستور T_1 فيتحول إلى حالة التوصيل ON . فيمر من خلاله تيار إلى الموحد الباعث للضوء D_5 الذى يعطى إضاءة؛ دلالة على بدء سريان تيار الشحن.

يتحول جزء من تيار الشحن من الدائرة المتكاملة IC_1 (محدد للتيار) إلى الدائرة R_1,D_6,D_7 فيضىء الموحد الباعث للضوء D_6 كذلك يتم ضبط المقاومة P_1 بحيث

تقوم الدائرة المتكاملة IC_1 بخفض تيار الشحن إلى حوالى 50mA عند اكتمال شحن البطارية إلى حوالى 7.25V، وفى تلك اللحظة ونتيجة انخفاض تيار الشحن المار خلال R_2 ينخفض فرق الجهد الواقع على R_2 ويكون غير كاف لتشغيل الترانزستور T_1 فيتحول إلى حالة القطع OFF ويعتم الموحد الباعث للضوء D_5 دليلاً على اكتمال شحن البطارية ويستمر انخفاض تيار الشحن إلى أن يصل إلى (0A).

فى حين يستمر سريان تيار التعويض (Trickle Current) عن طريق R_1,D_6,D_7 لتعويض النقص الناتج عن تيار التسريب كما أنه يعمل على مساواة الشحنة الموجودة على كل من الخلايا الثلاث المكونة للبطارية.

عند ارتفاع جهد البطارية وانخفاض تيار الشحن بواسطة منظم التيار IC_1 يتحول الموحد D_8 إلى الانحياز العكسى فيمنع تفريغ البطارية خلال الدائرة؛ وذلك للحفاظ على شحنتها. كما أن D_7,D_8 يعملان على منع تفريغ البطارية خلال دائرة الشاحن عند فصل جهد المنبع وذلك عندما يكون المفتاح S مفتوح.

معايرة الدائرة:

يمكن معايرة الدائرة بتوصيل مصدر جهد مستمر 7.35V مكان توصيل البطارية ويوصل على التوالى مع المصدر جهاز قياس التيار (mA) وتضبط P_1 حتى يكون التيار المار فى الدائرة فى حدود 50mA.

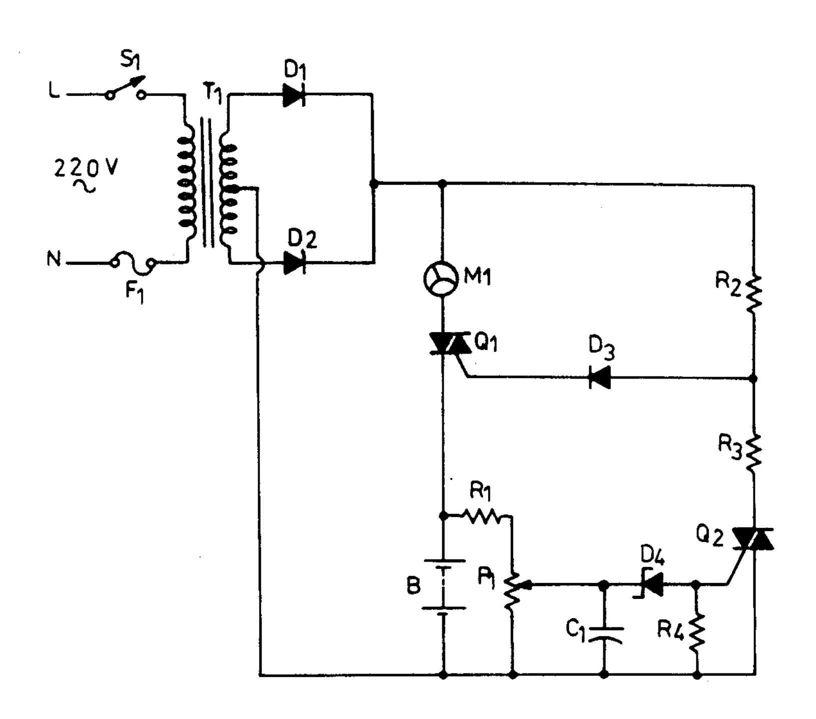
يزال مصدر الجهد، وجهاز القياس وتوصل البطارية المراد شحنها.

والشكل (٤-١٣) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للشاحن منفذاً على لوحة توصيل مثقبة.

الشكل (٤-١٣)

الدائرة رقم (١٦) :

الشكل (٤-١٤) يعرض دائرة الشحن الذاتى والتى تستخدم فى شحن البطاريات التى تترك مدة طويلة بدون استخدام.



الشكل (٤-١٤)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 0.5W/47Ω	R_1
مقاومة كربونية 0.5W/27Ω	R_2,R_3
مقاومة كربونية 0.5W/1KΩ	R_4
مقاومة متغيرة 2W/500Ω	P_1
مكثف كيميائى 25V/1000µF	C_1

موحد سليكونى طراز BYS 24	D_1,D_2
موحد سليكونى طراز 1N4004	D_3
ترياك طراز TIC 236A أو TIC 246A	Q_1
ترياك طراز TIC 106	Q_2
موحد زينر 6.8V - 400mW	D_4
جهاز قياس تيار A-meter (0- 5A)	M_1
محول خافض 10A-220V / (12-0-12)V	T_1
مصهر A2	F_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1

نظرية عمل الدائرة:

تستخدم الدائرة لشحن البطاريات التى تترك بدون استخدام لمدة طويلة وذلك بشحنها مرة أو مرتين فى الأسبوع. وتقوم الدائرة بشحن البطاريات وبمجرد الوصول إلى الشحن الكامل يتوقف تيارالشحن ذاتياً.

إذا كانت البطارية المراد شحنها لها جهداً منخفضاً عن المعدل الطبيعى فبمجرد توصيل التيار الكهربى بواسطة المفتاح S_1 فإن التيار سيمر عبر D_3 إلى Q_1 وفى هذه الحالة يتحول الترياك لحالة الوصل ويمر التيار إلى البطارية. حيث يمكن معرفة قيمة التيار بواسطة جهاز القياس M_1.

يزداد جهد البطارية تدريجياً ويشحن المكثف C_1 عبر المقاومة R_1 والمقاومة المتغيرة P_1 وعند وصول الجهد المشكل على C_1 لجهد موحد الزينر D_4 والذى يساوى 6.8V يتحول الموحد D_4 لحالة الوصل فيمر التيار الكهربى فى Q_2 ويتحول Q_1 لحالة الوصل وهذا يؤدى إلى تقليل تيار بوابة Q_1 لقيمة أقل من تيار الإمساك فيتحول إلى حالة القطع وتتوقف عملية الشحن وتكون قراءة M_1 فى هذه اللحظة (0A).

بعد فترة وإذا انخفض جهد البطارية لقيمة أقل من الطبيعى فإن تيار بوابة Q_2 يقل

عن تيار الإمساك له فيتحول Q_2 إلى حالة القطع وتتكرر دورة الشحن من جديد .

يمكن معايرة دائرة الشحن وذلك بتوصيل بطارية مشحونة كاملاً وضبط P_1 حتى تكون قراءة M_1(0A) .

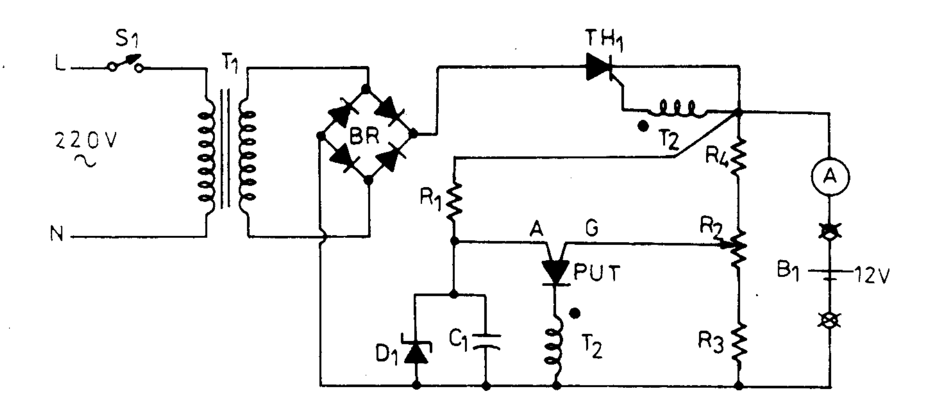
والجدير بالذكر أن الموحدات D_1,D_2 قادرة على تحمل تيارات أعلى من 8A .

الدائرة رقم (١٧) :

الشكل (٤ – ١٥) يعرض دائرة لشحن البطاريات الحامضية 8V/12V، وهذه الدائرة لا تتأثر من انعكاس قطبية البطارية أو حدوث قصر على طرفيها .

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 0.5W/10KΩ	R_1
مقاومة كربونية متغيرة 1W/50KΩ	R_2
مقاومة كربونية 0.5W/47KΩ	R_3
مقاومة كربونية 0.5W/1KΩ	R_4
مكثف كيميائى سعته 16V/0.1µF	C_1
موحد زينر طراز 1N5240	D_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
ثايروستور طراز 2N5164	TH_1
قنطرة توحيد تحمل تيار أعلى من 10A	BR_1
ترانزستور أحادى الوصلة طراز MPU 131	PUT
محول خافض 10A - 220/14V	T_1
محول نبضات 1:1	T_2
جهاز قياس تيار 0:10A	M_1
بطارية حمضية المراد شحنها 12V	B_1



الشكل (٤-١٥)

نظرية عمل الدائرة:

تعمل البطارية المراد شحنها على شحن المكثف C_1، وعند وصول الجهد على المكثف C_1 لجهد إشعال الترانزستور الأحادى الوصلة المبرمج PUT تصل نبضات إلى محول النبضات T_2 ترددها يساوى:

$$F = \frac{1}{R_1C_1} = 1000\ HZ$$

تنتقل هذه النبضات من الملف الابتدائى للمحول T_2 والمتصل بالترانزستور PUT إلى الملف الثانوى لنفس المحول والموصل بين بوابة ومهبط الثايرستور TH_1، مما يؤدى إلى تحول الثايرستور إلى حالة التوصيل فيمر من خلاله تيار الشحن إلى البطارية B_1.

باستمرار عملية الشحن يزداد جهد البطارية تدريجياً، وبالتالى يزداد الجهد المشكل على المكثف C_1 إلى أن يصل هذا الجهد إلى مستوى جهد الانهيار لموحد الزينر D_1 فيتحول الترانزستور أحادى الوصلة المبرمج PUT لحالة القطع ويتوقف المذبذب ومن ثم تتوقف عملية الشحن.

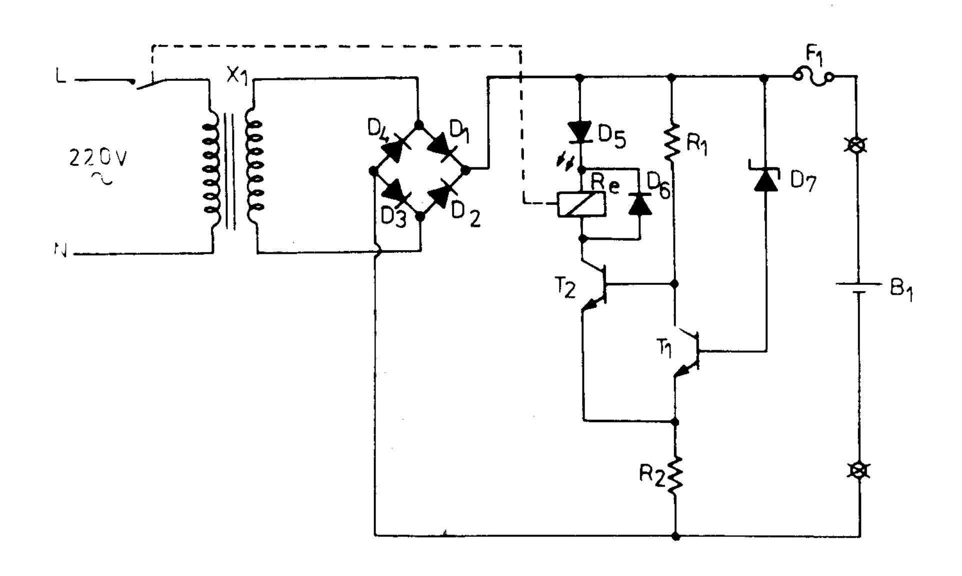
المقاومة R_2 تعمل على تحديد الجهد الأقصى للبطارية والذى يتراوح ما بين 10:14V.

كما أنه يمكن معايرة الدائرة، وذلك بتوصيل بطارية تامة الشحن بالدائرة ثم تضبط المقاومة R_2 حتى تصبح قراءة جهاز قياس التيار M_1 (0A)، أى أنه لا يمر تيار الشحن.

والجدير بالذكر أن مصدر تيار الشحن الأساسى يتم الحصول عليه من دائرة توحيد الموجة الكاملة والمكونة من المحول الخافض T_1 وقنطرة توحيد الموجة الكاملة (BR_1)، والتى تقوم بتوحيد جهد المنبع ~220V، وذلك بعد خفضه بواسطة المحول T_1 إلى ~14V، وهو جهد الملف الثانوى والمتصل بطرفى قنطرة التوحيد (BR_1).

الدائرة رقم (١٨):

الشكل (٤ – ١٦) يعرض الدائرة المستخدمة فى المحافظة على حالة البطارية الحمضية التى تترك لمدة طويلة بدون عمل عند حالة الشحن الكامل.



الشكل (٤ – ١٦)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 0.5W/10KΩ	R_1
مقاومة كربونية 0.5W/68Ω	R_2
قنطرة توحيد طراز 600 - 38 BYX (6A)	$D_1 : D_4$
موحد سليكون طراز 1N4148	D_6
موحد باعث للضوء 20mA	D_5
موحد زينر 400mw/12V	D_7
ترانزستور NPN طراز BC 337	T_1
ترانزستور NPN طراز BC 547 B	T_2
محول خافض 5A - 220/12V	X_1
ريلاى 12V - (20mA)	Re
بطارية حامضية جهدها 12V المراد شحنها	B1
مصهر تياره 10A من النوع البطىء	F1

نظرية عمل الدائرة :

من المعروف أنه عند ترك بطارية حمضية بدون عمل يحدث لها تفريغ ذاتى، ولكن بمعدل بطىء، نتيجة للمقاومة الداخلية للبطارية .

ويرتكز عمل الدائرة التى نحن بصددها على دائرة إشعال شميت المؤلفة من T_1 , T_2 وموحد الزينر D_7، وهذه الدائرة تحدد اللحظة التى يتم فيها فصل البطارية من الشحن وتعمل المقاومة R_2 على إحداث فرق فى الجهد بين جهد الفصل وجهد الوصل لاستقرار دائرة الشحن .

ولضبط الدائرة يجب استبدال البطارية بمصدر جهد مستمر يمكن ضبطه، حيث يضبط على 13.6V ويتأكد من أن الريلاى يكون فى حالة OFF ثم يضبط مصدر

الجهد عند 12.5V، ويتم التأكد من أن الريلاى أصبح فى وضع ON.

ولضبط جهد الفصل (13.6V) يجب إحداث قصر لحظى بين مهبط D6 والطرف الموجب للدائرة (+).

وفى حالة عدم إمكانية ضبط جهد الوصل عند 12.5V يتم تغيير المقاومة R_2، ويمكن على سبيل المثال استخدام مقاومة قيمتها 100Ω.

والجدير بالذكر أنه لا يمكن شحن بطارية فارغة بهذه الدائرة لأن الريلاى Re لن يعمل أبداً؛ لذا يجب شحن البطارية أولاً على دائرة شحن عادية حتى يكون جهد البطارية أعلى من 10V.

وهناك طريقة أخرى لاستخدام هذه الدائرة لشحن بطارية فارغة وهو وضع مفتاح بالتوازى مع الريشة المفتوحة للريلاى Re، والموصلة على الجانب الابتدائى للمحول ويغلق هذا المفتاح عند شحن البطارية.

ويمكن تعديل هذه الدائرة للمحافظة على شحنة بطاريتين معاً، وذلك باستخدام محول (220/24V) وتياره 5A، وكذلك مضاعفة جهد ثنائى الزينر ليصبح 24V ومضاعفة قيمة المقاومة R_2.

المصهر F_1 والذى تياره 10A يستخدم لحماية الدائرة كما أنه يمكن استخدام مصهر آخر فى الجانب الابتدائى للمحول تياره 1A من النوع البطئ أيضاً.

الباب الخامس

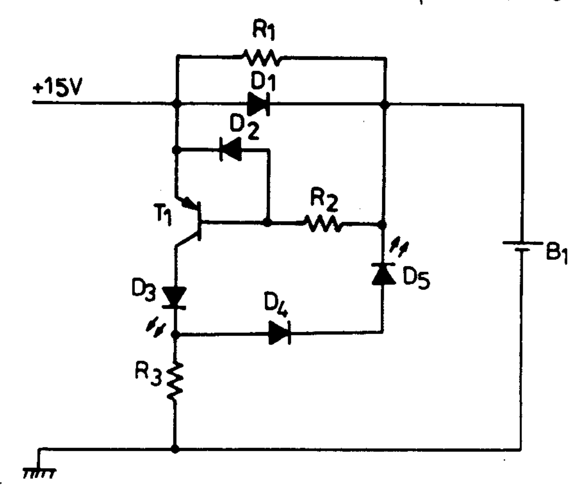
دوائر بيان شحن البطاريات

دوائر بيان شحن البطاريات

٥ / ١ - دوائر مراقبة الشحن والتفريغ :

دائرة رقم (١٩) :

الشكل (٥ - ١) يعرض الدائرة المستخدمة لمراقبة شحن بطارية حمضية. يتم تغذيتها من مصدر قدرة منتظم 15V - 3A .



الشكل (٥ - ١)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 0.5W / 56Ω	R_1
مقاومة كربونية 0.5W/100Ω	R_2
مقاومة كربونية 0.5w / 680	R_3
موحد سليكون طراز 1N5401	D_1
موحد سليكون طراز 1N4148	D_2 , D_4

موحد باعث للضوء أخضر 10mA	D_3
موحد باعث للضوء أحمر 10mA	D_5
ترانزستور PNP طراز BC557B	T_1
البطارية الحمضية تحت الشحن والتفريغ (12V)	B_1

نظرية عمل الدائرة:

عند شحن البطاريات الحمضية بجهد يساوى 2.3V لكل خلية فإن تيار الشحن سيقل أثناء الشحن وعند وصول تيار الشحن (I_C) إلى 10mA فإنه يمكن القول بأن البطارية أصبحت تامة الشحن.

فعند الشحن الكامل يكون فرق الجهد بين باعث الترانزستور T1 وقاعدته مساوياً 56x10mA (IcR1) إلى (0.56V) وهذا الجهد كاف لتحويل الترانزستور لحالة الوصل. ويعمل الموحد D1 على منع تعدى فرق الجهد بين الباعث والقاعدة للترانزستور T1 (0.7V) .

وعندما يكون تيار الشحن أكبر من أو يساوى 10mA فإن T1 سيتحول لحالة الوصل ويضىء الموحد D_3 للدلالة على شحن البطارية أما إذا قل تيار الشحن عن 10mA فإن الموحد الأخضر D_3 سينطفئ للدلالة على تمام شحن البطارية.

ويضىء الموحد D_5 عند انعكاس أطراف البطارية أو عند حدوث قصر على أطراف البطارية.

ومما هو جدير بالذكر أن أقصى تيار شحن لهذه الدائرة يصل إلى 3A.

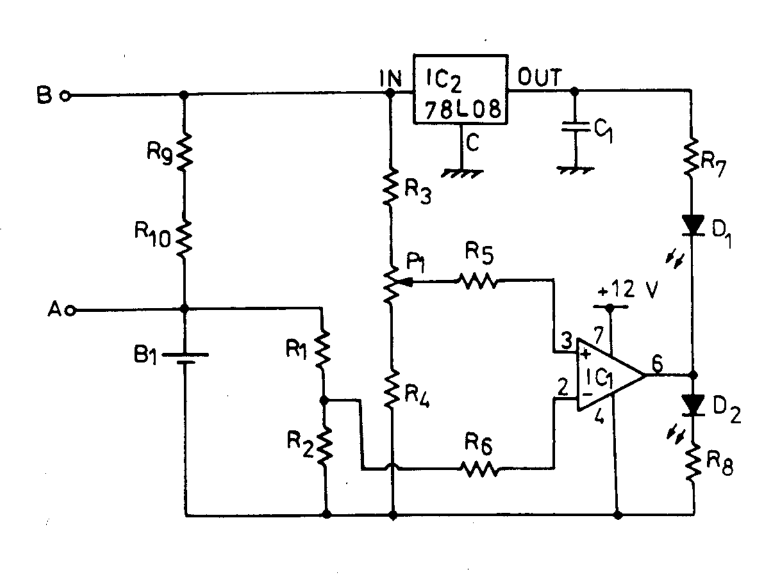
الدائرة رقم (٢٠):

الشكل (٢–٥) يعرض دائرة تستخدم لبيان حالة شحن وتفريغ بطارية السيارة .

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 0.5W / 10 KΩ	R1 , R3
مقاومة كربونية 0.5W / 22 KΩ	R2 , R4

مقاومة كربونية 0.5W / 100 KΩ	R5 , R6
مقاومة كربونية 0.5W / 680 Ω	R7 , R8
مقاومة كربونية 5W / 1 Ω	R_9 , R_{10}
مكثف بوليستر 100nF	C_1
مكبر عمليات طراز LF 356	IC_1
منظم جهد طراز .78 L08	IC_2
بطارية السيارة وجهدها 12V	B_1
موحد باعث للضوء أخضر 10mA	D_1
موحد باعث للضوء أحمر 10mA	D_2



الشكل (٥ - ٢)

نظرية عمل الدائرة:

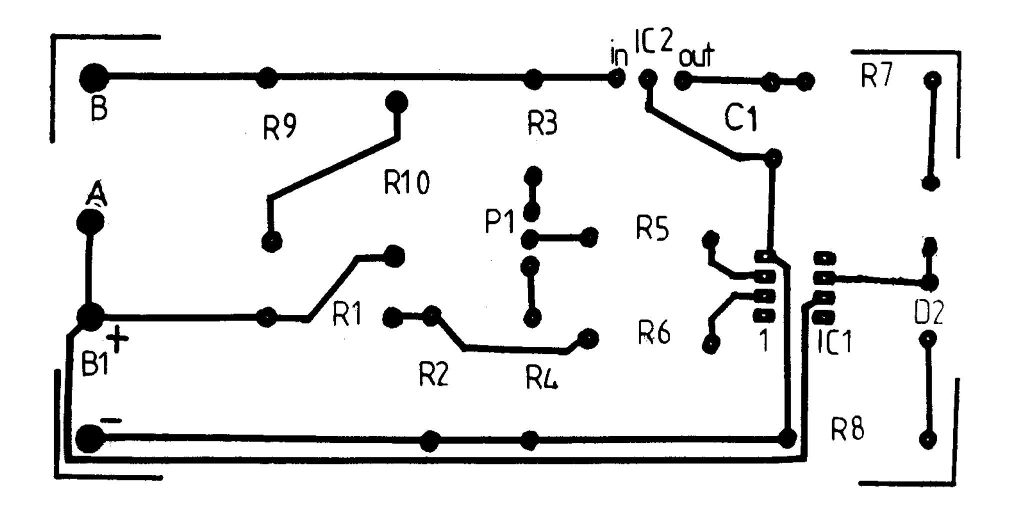
بواسطة الدائرة التى نحن بصددها يتم تحويل التيار المار فى الدائرة إلى فرق جهد بواسطة المقاومتين R_9, R_{10} كما يتم تحديد اتجاه تدفق التيار فى المقاومتين بواسطة

مكبر العمليات IC1، والذى يعمل كمقارن والذى يحدد هل البطارية فى حالة شحن أم تفريغ.

فعند الشحن يكون الجهد على الطرف (2) العاكس للمكبر أقل من الجهد على الطرف (3) غير العاكس للمكبر وعلى ذلك يكون خرج المقارن فى المستوى العالى (H) مما يعنى أن الموحد الباعث للضوء D2 فى هذه الحالة أصبح فى الانحياز الأمامى فيمر خلاله تيار ويعطى إضاءة تدل على أن البطارية مشحونة.

وعند حالة التفريغ للبطارية يكون الجهد على الطرف (2) أعلى من الجهد على الطرف غير العاكس (3) للمقارن، وعليه يكون خرج المكبر فى المستوى المنخفض فيمر تيار خلال الموحد الباعث للضوء الأحمر D1؛ للدلالة على أن البطارية فى حالة تفريغ يوصل الطرف B بالأحمال، فى حين يوصل الطرف A بملف بدء السيارة .

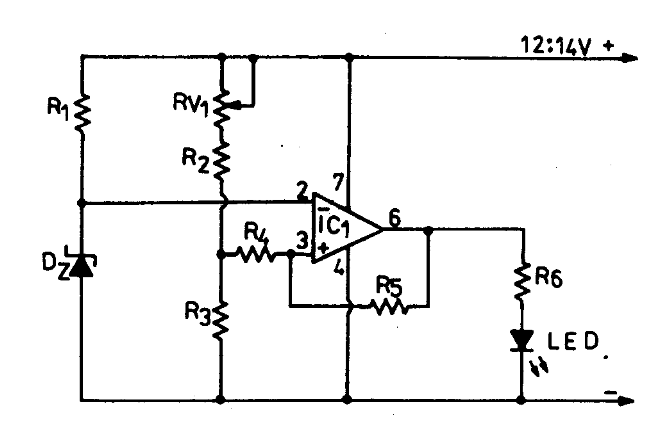
الشكل (٥-٣) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة رقم 20 منفذاً على لوحة نحاسية مقاس 11.5X5.5Cm .



الشكل (٥ - ٣)

الدائرة رقم (٢١) :

الشكل (٥-٤) يعرض دائرة وحدة مراقبة بطارية نيكل كادميوم وينصح باضافة هذه الدائرة لدائرة الشحن ذاتها التى توضع مع البطارية بصفة مستديمة .



الشكل (٥-٤)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 0.5W/3.3KΩ	R_1
مقاومة كربونية 0.5W/4.7KΩ	R_2
مقاومة كربونية 0.5W/10KΩ	R_3, R_4
مقاومة كربونية 0.5W/100KΩ	R_5
مقاومة كربونية 0.5W/1.5KΩ	R_6
مقاومة متغيرة قيمتها 1W/22KΩ	RV_1
موحد باعث للضوء 20mA	LED
موحد زينر 400mW - 6.2V	DZ
مكبر عمليات طراز 741	IC_1

نظرية عمل الدائرة :

يعمل المكبر IC_1 كمقارن حيث يقارن الجهد المسلط على الطرف غير العاكس (3) مع الجهد المسلط على الطرف العاكس (2) والمشكل بواسطة موحد الزينر DZ .

ففى حالة إنخفاض جهد البطارية عن 10V فإن خرج المقارن IC_1 يصبح منخفضاً ولا يضىء الموحد الباعث للضوء LED .

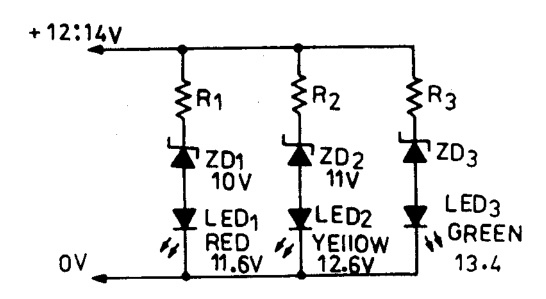
وبمجرد شحن البطارية ووصول جهدها إلى 12V فإن خرج المكبر يصبح عالياً ويضيىء الموحد الباعث للضوء LED للدلالة على تمام شحن البطارية إلى الجهد المفروض .

كما أنه يجب ضبط النسبة بين $\frac{R_3}{RV_1+R_2}$ ، وذلك بتوصيل مصدر جهد مستمر بقيمة 10V ثم تضبط المقاومة RV_1 حتى يعتم الموحد الباعث للضوء LED ومن ثم تثبت المقاومة RV_1 عند هذا الوضع فى الدائرة .

٥ / ٢ - دوائر اختبار البطاريات :

الدائرة رقم (٢٢) :

الشكل (٥-٥) يعرض دائرة بسيطة لاختبار حالة بطارية سيارة جهدها 12V .



الشكل (٥-٥)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 0.5W/120Ω	R_1
مقاومة كربونية 0.5W/75Ω	R_2
مقاومة كربونية 0.5W/33Ω	R_3
موحد زينر 400mW-10V	ZD_1
موحد زينر 400-mW-11V	ZD_2
موحد زينر 400mw-12V	ZD_3
موحد باعث للضوء احمر 10mA	LED_1
موحد باعث للضوء اصفر 10mA	LED_2
موحد باعث للضوء أخضر 10mA	LED_3

نظرية عمل الدائرة:

عندما تكون الموحدات الثلاث الباعثة للضوء LED_3,LED_2,LED_1 معتمة فإن هذا يعنى أن البطارية لم توصل بعد.

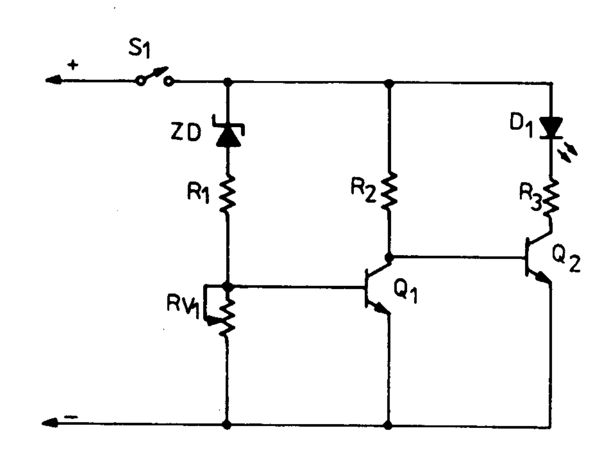
اما إذا كان جهد البطارية أكبر من 11.6V وأصغر من 12.6V فإن الموحد الباعث للضوء الأحمر LED_1 يضيئ للدلالة على أن البطارية فارغة.

أما إذا كان جهد البطارية أكبر من 12.6V وأصغر من 13.4V فان الموحدين الاحمر، الأصفر LED_2,LED_1 يضيآن؛ دلالة على أن البطارية على وشك أن تصبح فارغة.

وإذا كان جهد البطارية أكبر من 13.4V تضيىء الموحدات الثلاثة الباعثة للضوء؛ دلالة على أن البطارية تامة الشحن.

الدائرة رقم (٢٣):

الشكل (٥-٦) يعرض دائرة اختبار البطاريات التى جهدها 9v.



الشكل (٥-٦)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 0.5W/1KΩ	R1
مقاومة كربونية 0.5W/5.6KΩ	R2
مقاومة كربونية 0.5W/220Ω	R3
مقاومة متغيرة 1W/4.7K	RV1
موحد باعث للضوء 20mA	D1
موحد زينر جهده 400mW - 6.2V	ZD
ترانزستورNPN طراز Bc148C	Q1,Q2

نظرية عمل الدائرة:

يوصل الطرف (+) للدائرة بالقطب الموجب للبطارية والطرف (−) للدائرة بالقطب السالب للبطارية المراد اختبارها.

عندما يكون جهد البطارية عاديا (البطارية مشحونة) ؛ يحدث انهيار لموحد الزينر ZD ويتحول لحالة الوصل فيصبح فرق الجهد بين قاعدة وباعث الترانزستور $Q_1(V_{BE})$ كافياً لتحويل الترانزستور إلى حالة التوصيل ON وفى هذه الحالة يكون

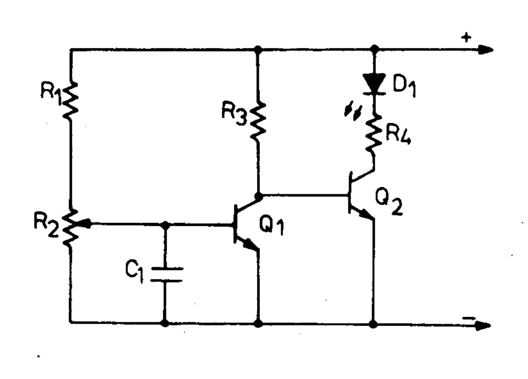
الجهد بين الباعث والمجمع للترانزستور $Q_1(V_{CE})$ حوالى 0.2V. وهذا الجهد غير كافٍ، لتحويل Q_2 إلى حالة التوصيل ON وعلى ذلك لا يمر تيار خلال الموحد الباعث للضوء D_1 فلا يعطى إضاءة.

أما عندما يكون جهد البطارية منخفضًا (البطارية فارغة) فإن الجهد V_{BE} للترانزستور Q_1 يكون منخفضاً، وغير قادر على تحويل الترانزستور إلى حالة التوصيل ويبقى فى حالة القطع OFF. وعلى ذلك يكون V_{CE}. للترانزستور Q_1 عالياً ويساوى تقريباً جهد البطارية ويكون قادر على تحويل الترانزستور Q_2 إلى حالة التوصيل ON فيمر تيار خلال الموحد D_1 فيعطى إضاءة؛ دلالة على أن البطارية تحتاج إلى شحن أو إبدالها.

ولضبط الدائرة نوصل على مصدر جهد مستمر متغير القيم (2V:12V) ويتم ضبط جهد المصدر هذا عند أدنى جهد مسموح به للبطارية ثم تضبط المقاومة RV_1 حتى يضيىء D_1.

الدائرة رقم (٢٤):

الشكل (٥-٧) يعرض دائرة اختبار البطاريات التى جهدها 9v.



الشكل (٥-٧)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 0.5w/1MΩ R1

مقاومة كربونية 0.5w/470Ω R2

مقاومة كربونية 0.5w/4.7KΩ	R3
مقاومة كربونية 0.5w/330Ω	R4
مكثف سيراميكى سعته 160V/0.01µF	C1
موحد باعث للضوء 20mA	D1
ترانزستور NPN طراز BC 107 أو BC 148	Q1,Q2

نظرية عمل الدائرة:

يوصل الطرف (+) للدائرة بالقطب الموجب للبطارية ويوصل الطرف (−) بالقطب السالب للبطارية.

إذا كان جهد البطارية فى المستوى العادى (مشحونة) فإن Q_1 سيتحول لحالة التوصيل ON، وبالتالى سيكون جهد المجمع له منخفضاً وغير كافٍ لتشغيل الترانزستور Q_2 حيث يكون فى حدود (0.2V) وعلى ذلك لا يمر تيار فى الموحد الباعث للضوء D_1 ويبقى معتم.

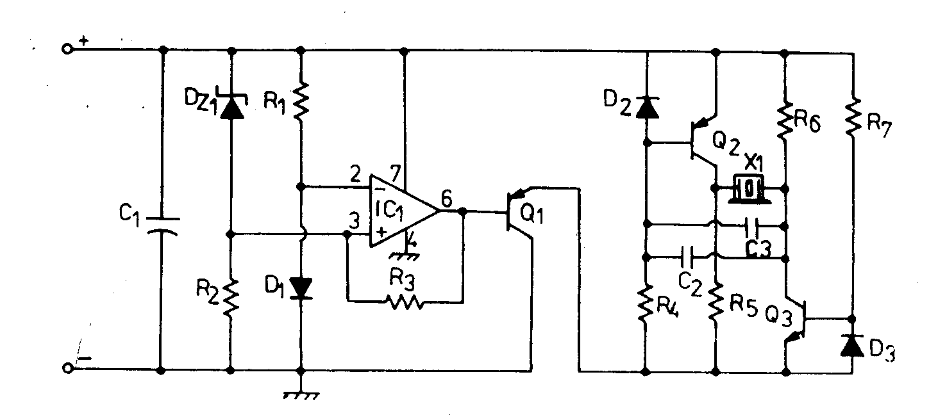
أما إذا كان جهد البطارية منخفضاً (تحتاج إلى شحن) فإن فرق الجهد V_{BE} للترانزستور Q_1؛ يكون غير كافٍ لتشغيل الترانزستور وعلى ذلك يرتفع جهد مجمعه V_C ليصل تقريباً إلى جهد يساوى جهد البطارية فيرتفع الجهد الواقع على قاعدة Q_2 فيتحول إلى حالة التوصيل ON ويمر تيار خلال الموحد D_1 فيعطى إضاءة؛ للدلالة على أن البطارية تحتاج إلى شحن.

المكثف C_1 يساعد على استقرار عمل الترانزستور Q_1.

ولضبط الدائرة توصل أطرافها مع بطارية فارغة حيث يكون مستوى الجهد بها فى حدود المستوى الآمن ثم تضبط المقاومة المتغيرة RV_1 إلى أن يضيىء D_1

الدائرة رقم (٢٥):

الشكل (٥-٨) يعرض دائرة جهاز اختبار حالة شحن بطارية السيارة.



الشكل (٥-٨)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1W/ 3.9KΩ	R_1
مقاومة كربونية 1W/ 1.5KΩ	R_2
مقاومة كربونية 1W/ 56KΩ	R_3
مقاومة كربونية 1W/ 39KΩ	R_4, R_7
مقاومة كربونية 1W/ 2.2KΩ	R_5, R_6
مكثف كيميائى سعته 25V/ 100μF	C_1
مكثف سيراميكى سعته 22nF	C_2, C_3
موحد سليكونى طراز 1N4148	$D_1 : D_3$
موحد زينر 400mW/10V	DZ_1
ترانزستور PNP طراز BC 177	Q_1, Q_2
ترانزستور NPN طراز BC 107	Q_3
مكبر عمليات OP-AmP طراز CA 3140	IC_1
رنان طراز PB 2720	X_1

نظرية عمل الدائرة:

تغذى الدائرة من بطارية السيارة مباشرة (12V) حيث تستخدم الدائرة كمبين لحالة شحن بطارية السيارة ويصدر منها صوت إنذار فى حالة انخفاض جهد البطارية عن 10V الدائرة المتكاملة IC_1، والعناصر الملحقة بها تشكل دائرة مبين لجهد البطارية حيث تعمل الدائرة المتكاملة IC_1 كمقارن لمقارنة جهد البطارية الموصل إلى الطرف غير العاكس (3) للدائرة IC_1 عن طريق R_2,DZ_1 مع الجهد المرجعى الثابت، والذى يتم الحصول عليه من R_1,D_1 على الطرف العاكس للمقارن (2) وقيمة ذلك الجهد 0.7V ويعتبر هو قيمة الجهد الواقع على الموحد D_1.

والجدير بالذكر أن قيمة الجهد الفعلى على الطرف غير العاكس للمقارن (3)هو الفرق بين جهد البطارية وجهد موحد الزينر D_{Z1}.

١ – عندما تكون البطارية تامة الشحن (جهدها 12V) يكون الجهد على الطرف غير العاكس للمقارن (3) يساوى

$$VB - VZ = 12 - 10 \cong 2V$$

اى يساوى 2V أو أكثر. وعليه يكون أعلى من الجهد الواقع على الطرف العاكس، ومن ثم يكون خرج المقارن فى هذه الحالة فى المستوى العالى (H). يؤثر هذا الخرج فى قاعدة الترانزستور Q_1 والموصل على شكل تابع الباعث (Emitter Follower) ويعمل فى الدائرة كمرحلة عزل ولما كان الترانزستور من النوع PNP فيصبح فى حالة عدم توصيل (Cutoff) ولا تغذى دائرة الإنذار الصوتى بالقدرة الكافية للتشغيل ولا يصدر صوت من الرنان (X1).

٢ – إذا انخفض جهد البطارية عن 10.7Vفإن الجهد المطبق على الطرف غير العاكس ينخفض عن 0.7V أى يقل عن الجهد المطبق على الطرف العاكس (2) ، فيتحول خرج المقارن IC_1 إلى المستوى المنخفض (L) وعليه يتحول الترانزستور Q_1 إلى حالة التوصيل ON ويتم بذلك توصيل القدرة اللازمة لتشغيل دائرة الإنذار الصوتى فيصدر صوت من الرنان (X_1) دلالة على انخفاض جهد البطارية عن

10V أى تحتاج إلى شحن.

من أجزاء الدائرة كما بالشكل (٥-٧) دائرة الإنذار الصوتى، والتى تتكون من الترانزستورين Q_2,Q_3 اللذين يعملان كمذبذب متعدد الاهتزازات وتردد ذلك المذبذب يكون فى حدود 2KHZ.

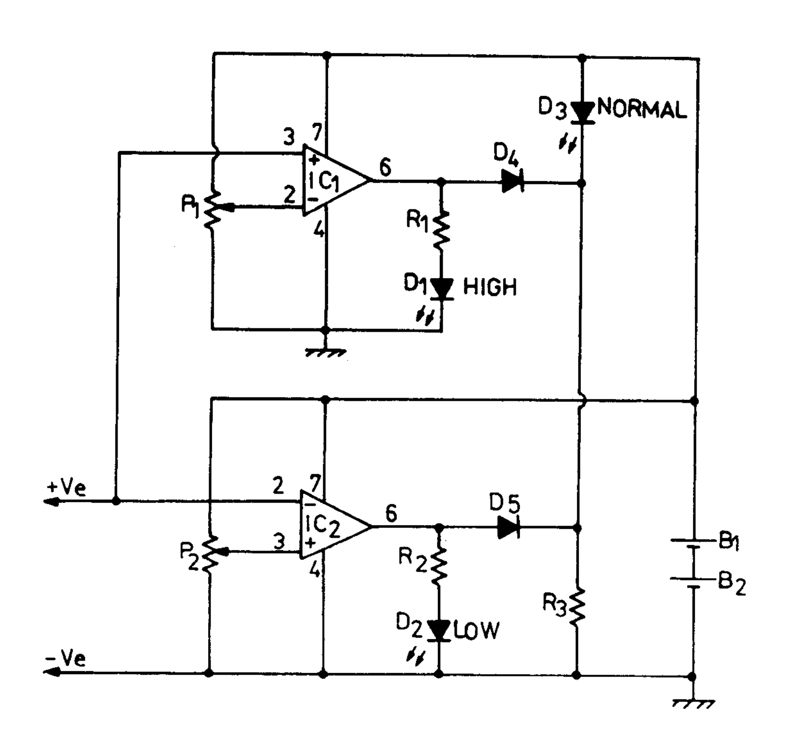
المقاومتان R_4,R_7 يستخدمان لإعطاء جهد انحياز قاعدة كل من Q_2,Q_3، والموحدان D_2,D_3 فلحماية قاعدة كل من Q_2,Q_3 من الانحياز العكس وخرج كل من Q_2,Q_3 يوصل من مجمعى الترانزستورين إلى عنصر رنان (X_1) مصنع من السيراميك، ويعطى صوتاً مع خرج كل من الترانزستورين اما المكثف C_1 فيستخدم كمرشح ويوصل فى دخل الدائرة وعلى التوازى مع البطارية المراد اختبارها، وذلك لازالة الشوشرة المصاحبة للدخل لزيادة استقرار عمل الدائرة.

الدائرة رقم (٢٦) :

الشكل (٥ – ٩) يعرض دائرة اختبار حالة بطارية وتستخدم للتعرف على حالة شحن البطارية. إذا كانت تامة الشحن جهدها (13V) أم تحتاج إلى شحن جهدها أقل من (11V).

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 0.5W/2.7KΩ	R_1, R_2, R_3
مقاومة متغيرة 1w/25KΩ	P_1, P_2
موحد باعث للضوء 5mA	D_1, D_2, D_3
موحد سليكونى طراز 1N4148	D_4, D_5
مكبر عمليات Op-Amp طراز 741	IC_1, IC_2
بطارية جافة 9v	B_1, B_2



الشكل (٥-٩)

نظرية عمل الدائرة:

بواسطة P_1 يتم ضبط الجهد عند المدخل العاكس للمكبر IC_1 عند 13V، وبواسطة P_2 يتم ضبط الجهد عند المدخل العاكس للمكبر IC_2 عند 11V .

توصل البطارية المراد اختبارها على أطراف الدائرة حيث يوصل الطرف (+ve) مع القطب الموجب للبطارية، ويوصل الطرف (-ve) مع القطب السالب للبطارية.

وهناك ثلاث حالات مختلفة لاختبار البطارية وهم:

١- إذا كان جهد البطارية أكبر من (12 V) فإن خرج كل من IC_2, IC_1 يساوى الصفر (0V)، وبالتالى فإن D_2 , D_1 سيكونا فى حالة إعتام أما الموحد الباعث للضوء D_3 سيكون مضيئاً.

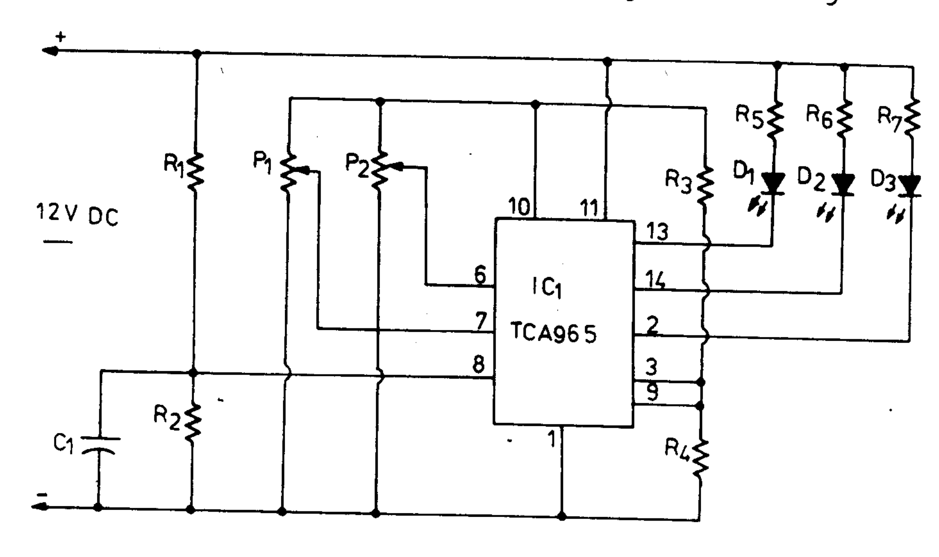
٢- عندما يكون جهد البطارية أقل من (11V) فإن خرج IC_2 سيصبح عاليًا (H) بينما خرج IC_1 سيكون منخفضًا (L) وبالتالى سيضىء الموحد D_2 وسيبقى الموحد D_1 معتمًا وكذلك D_3 سيعتم وذلك لأن D_5 أصبح فى الانحياز الأمامى لارتفاع خرج IC_2 الأمر الذى أدى إلى تساوى جهد المهبط والمصعد للموحد D_5.

٣- عندما يكون جهد البطارية أكبر من (13V) فإن خرج IC_1 سيصبح عاليًا (H) فيضىء D_1 أما D_2 فيعتم لانخفاض خرج IC_2 (L) أما D_3 فيبقى فى حالة الإعتام نظرًا لتحول D_4 إلى حالة التوصيل الأمر الذى يجعل الجهد على مصعد ومهبط D_3 متساويًا.

وعلى ذلك يعتبر (D_3) مبين للحالة العادية للبطارية (Normal) أما D_2 فيبين حالة الانخفاض فى جهد البطارية (Low)، D_1 لبيان حالة الشحن الكامل (High) ويمكن كتابة ذلك بجوارهم.

الدائرة رقم (٢٧):

الشكل رقم (٥ - ١٠) يعرض دائرة مبين حالة شحن بطارية سيارة باستخدام ثلاث موحدات باعثة للضوء.



الشكل (٥ - ١٠)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية $0.5w / 8.2K\Omega$	R_1
مقاومة كربونية $0.5w / 2.7\ K\Omega$	R_2
مقاومة كربونية $0.5w / 10\ K\Omega$	R_3
مقاومة كربونية $0.5w / 100\ \Omega$	R_4
مقاومة كربونية $0.5w / 650\ \Omega$	$R_5 : R_7$
مقاومة متغيرة قيمتها $1w / 10\ K\Omega$	P_1, P_2
مكثف كيميائى سعته $25V / 100\ \mu F$	C_1
موحد باعث للضوء (أحمر- أخضر- أصفر) 20 mA	$D_1 : D_3$
دائرة متكاملة (مقارن) طراز TCA 965	IC_1

نظرية عمل الدائرة:

الدائرة المبينة فى شكل (٥ - ٩) تعمل كمبين لحالات البطارية الثلاث وهى:

١- إذا كانت البطارية تامة الشحن.

٢- إذا كانت البطارية فارغة.

٣- إذا كان هناك شحن زائد للبطارية.

توصل بطارية السيارة المراد اختبارها لبيان حالتها إلى الدائرة مباشرة فالدائرة المتكاملة IC_1 تعمل كمقارن لجهد البطارية مع جهدين مرجعيين يمكن ضبطهما على قيم محددة بواسطة المقاومتين P_1, P_2 وبواسطة IC_1 (المقارن) يمكن معرفة ما إذا كان جهد البطارية يقع ما بين هذين الجهدين أم يقل عن قيمة الجهد المرجعى الأصغر أم أن جهد البطارية يزيد عن الجهد المرجعى الأكبر. هذه الحالات الثلاث يمكن توضيحها بواسطة الموحدات الباعثة للضوء الثلاث $D_1 : D_3$.

عند توصيل بطارية السيارة بالدائرة (12V)، يتم تجزئ جهد البطارية بواسطة

مجزئ الجهد R_1,R_2. ويتم تغذية الجهد الواقع على R_2 إلى الطرف (8) للدائرة المتكاملة IC_1 والمكثف C_1 الموصل على التوازى مع المقاومة R_2 يعمل على ترشيح الجهد الواقع عليها قبل توصيله إلى دخل المقارن (8).

يوصل الجهد المرجعي للمقارن من الطرفين (3,9) عن طريق المقاومتين p_1,p_2 إلى دخلي المقارن (6,7). وتضبط المقاومة P_2 ليكون الجهد على الطرف (6) للمقارن قيمته 14,5V كما تضبط المقاومة p_1 ليكون الجهد على الطرف (7)11.5V وبذلك يكون الجهدين المرجعيين للمقارن هما (14.5V,11.5V) وهما الجهدين اللذين سيتم مقارنة جهد بطارية السيارة بهما.

١ - إذا كانت البطارية تامة الشحن:

إذا وقع جهد البطارية بين قيمتى الجهدين المرجعين، فهذا يعنى أن البطارية مكتملة الشحن ويكون خرج المقارن على الطرف (13) منخفضاً (L) فيمر تيار خلال الموحد الباعث للضوء D_1 (أخضر اللون) فيعطى إضاءة للدلالة على أن مستوى شحن البطارية فى الحدود الآمنة.

٢ - إذا كانت البطارية فارغة:

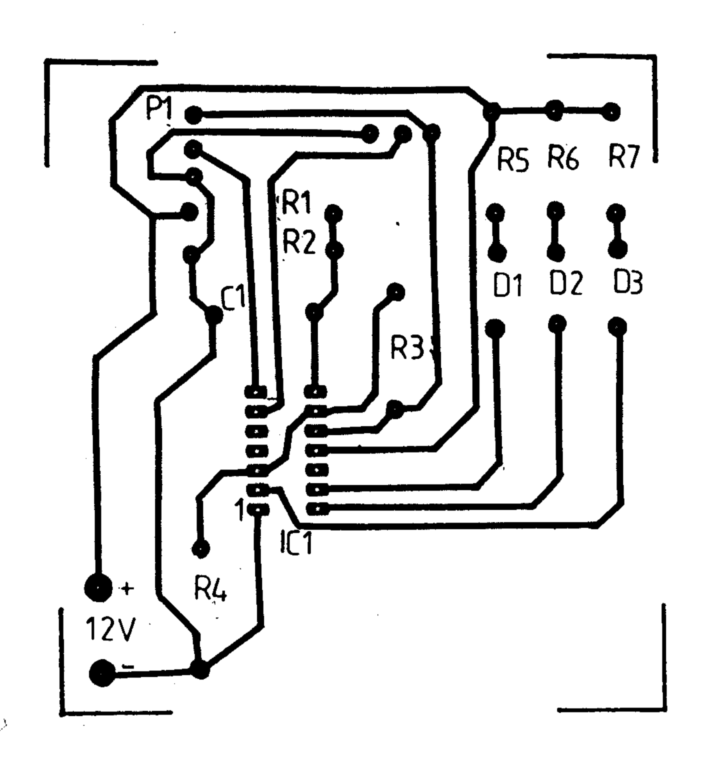
إذا قل جهد البطارية عن القيمة الصغرى للجهدين المرجعيين (11.5V) ينخفض الجهد على الطرف 14 (L) ويضيء D_2؛ دلالة على أن البطارية تحتاج إلى شحن.

٣ - إذا كان هناك شحن زائد للبطارية:

إذا زاد جهد البطارية عن القيمة الكبرى للجهدين المرجعيين (14.5V) فإن الخرج على الطرف (2) للمقارن يكون فى المستوى المنخفض (L) ويضيء الموحد D_3 (الأحمر)؛ دلالة على أن دائرة شحن البطارية بها خلل أدى إلى زيادة شحن البطارية عن الحد الآمن ويجب الحذر.

الشكل (٥ - ١١) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية لدائرة المبين الموضحة فى الشكل (٥ - ١٠).

ويمكن تنفيذ المخطط على لوحة نحاسية مقاس (8.5 X 7.5 cm).



الشكل (٥ - ١١)

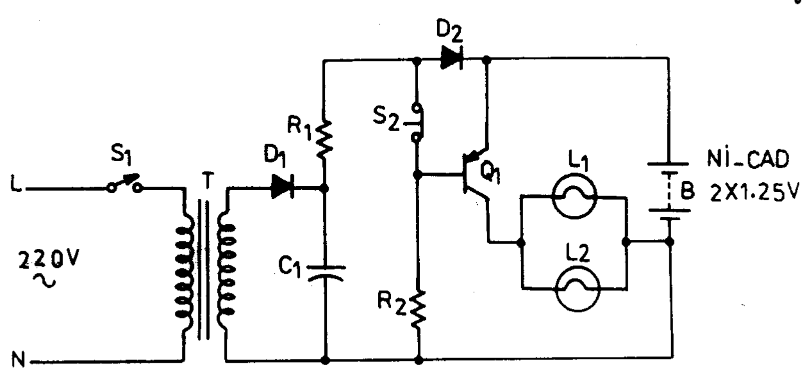
الباب السادس

دوائر إضاءة الطوراىء

دوائر إضاءة الطوراىء

الدائرة رقم (٢٨) :

الشكل (٦ - ١) يعرض دائرة مصدر إضاءة طوارىء مزود بمصباحين 2.5V وقدرتهما 5w.



الشكل (٦ - ١)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 1w / 33 Ω	R_1
مقاومة كربونية 1w / 470 Ω	R_2
مكثف كيميائى سعته 25V / 4700 µF	C_1
موحد سليكونى طراز 1N 4002	D_1, D_2
ترانزستور PNP طراز BC 143	Q_1
محول خافض 250 mA-220/4.5V	T
بطارية قلوية Ni- cad مكونة من خليتين 2x1.25V سعتها 2Ah	B
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
ضاغط بريشة مغلقة	S_2

نظرية عمل الدائرة :

عند غلق المفتاح S_1 يمر تيار من دائرة توحيد النصف موجة والمؤلفة من المحول T والموحد D_1 ومكثف الترشيح C_1 الذى يعمل على ترشيح خرج دائرة التوحيد .

يمر تيار دائرة التوحيد فى الموحد D_2 حيث يؤدى فرق الجهد على طرفيه إلى ارتفاع جهد قاعدة الترانزستور Q_1 عن جهد الباعث بحوالى 0.6V الأمر الذى يجعل الترانزستور فى وضع القطع (OFF) فلا يمر تيار خلال الترانزستور ولا تضىء اللمبات لعدم مرور تيار إليها؛ بينما يمر تيار دائرة التوحيد مباشرة إلى البطارية لشحنها ويصل هذا التيار إلى (100 mA) .

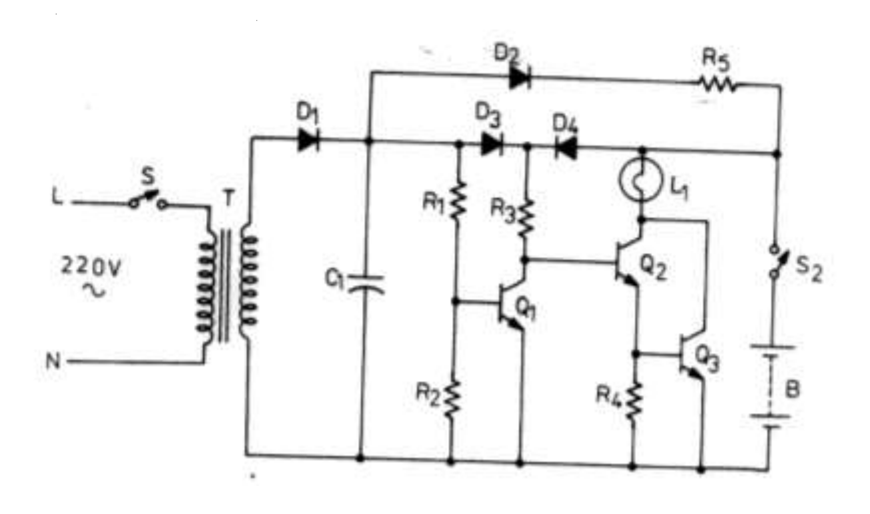
عند انقطاع تيار المنبع تحصل قاعدة الترانزستور على الانحياز الأمامى لها من البطارية B عن طريق المقاومة R_2 فيتحول الترانزستور Q_1 إلى حالة التوصيل ON، فيمر تيار البطارية خلال مشع الترانزستور إلى المجمع فاللمبات لتعطى إضاءة .

إذا عاد تيار المنبع مرة أخرى يتحول الترانزستور إلى حالة القطع (OFF) ويتوقف مرور تيار البطارية إلى اللمبات من خلاله فتعتم؛ بينما يمر تيار المنبع (دائرة التوحيد) عبر D_2 إلى البطارية لإعادة شحنها .

ويستخدم الضاغط S_2 كضاغط اختيار فعند الضغط عليه أثناء وجود التيار الكهربى (تيار المنبع) يتحول الترانزستور إلى حالة الوصل وتضىء اللمبات (L_1, L_2) .

الدائرة رقم (٢٩) :

الشكل (٦ – ٢) يعرض دائرة مصدر إضاءة طوارئ مزود بمصباح واحد 12V وقدرته 2.4w .



الشكل (٦ – ٢)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 0.5w / 3.3 KΩ	R_1
مقاومة كربونية 0.5w / 1 kΩ	R_2, R_4
مقاومة كربونية 0.5w / 2.2 kΩ	R_3
مقاومة كربونية 0.5w/10 Ω	R_5
مكثف كيميائى سعته 50V / 250 μF	C_1
موحد سليكونى طراز By 125	D_1 : D_4
ترانزستور NPN طراز BC 107	Q_1
ترانزستور NPN طراز SL 100	Q_2
ترانزستور NPN طراز 2N 3055	Q_3
لمبة جهدها 12V وقدرتها 2.4 w	L_1
بطارية حامضية 12V	B
محول خافض 1A - 220 / 12.6V	T
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1, S_2

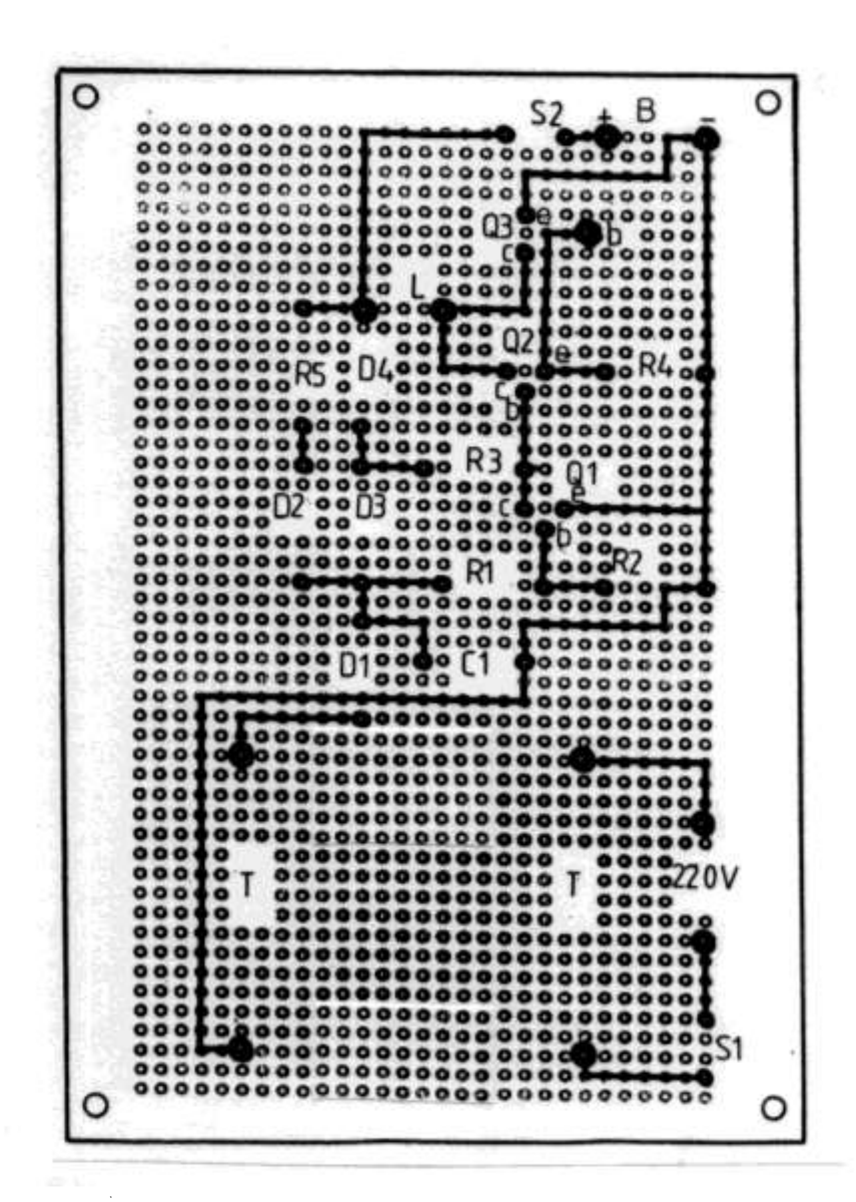
نظرية عمل الدائرة:

عند غلق المفتاح S_1 وفى حالة وجود جهد المنبع يمر تيار دائرة توحيد النصف موجة إلى الدائرة ويحصل الترانزستور Q_1 على جهد الانحياز الأمامى عن طريق مجزئ الجهد R_1, R_2 فيتحول إلى حالة التوصيل ON ونظراً لارتفاع توصيلية Q_1 ينخفض جهد المجمع له ويساوى تقريباً (0V) وبالتالى ينخفض جهد قاعدة Q_2 فيظل فى حالة قطع (OFF) وكذلك Q_3، حيث يتم توصيل كل من Q_2, Q_3 على شكل دائرة دار لنجتون وعليه يعتمد Q_3 فى تشغيله على خرج Q_2، وينتج عن عدم توصيل كل من Q_2,Q_3 عدم مرور تيار خلال اللمبة L_1 فلا تضىء؛ بينما يمر تيار المنبع إلى البطارية عن طريق D_2, R_5 لتظل مكتملة الشحن.

إذا تم فصل جهد المنبع عن الدائرة فإن الترانزستور Q_1 يتحول إلى وضع (OFF)؛ بينما يحصل الترانزستور Q_2 على جهد الانحياز الأمامى لقاعدة بمرور تيار البطارية خلال R_3 فيتحول إلى وضع ON وبالتالى يتحول Q_3 إلى وضع ON، أيضاً بتأثير خرج Q_2. فيمر تيار خلال اللمبة L_1 من البطارية عند طريق الترانزستور Q_3 فتضىء.

الموحد D_4 يمنع مرور تيار شحن مباشر للبطارية من دائرة التوحيد ليظل مرور تيار الشحن عن طريق D_2, R_5 حيث تعمل R_5 على تحديد تيار الشحن. كما أنه عند انقطاع جهد المنبع عن الدائرة يمنع D_3, D_2 مرور تيار البطارية خلالهما ليكون مرور تيار البطارية فقط خلال اللمبة (L_1) وعن طريق D_4 لتشغيل Q_2. وبواسطة S_2 يمكن فصل البطارية للحفاظ على شحنتها عند نقل الشاحن من مكان لآخر.

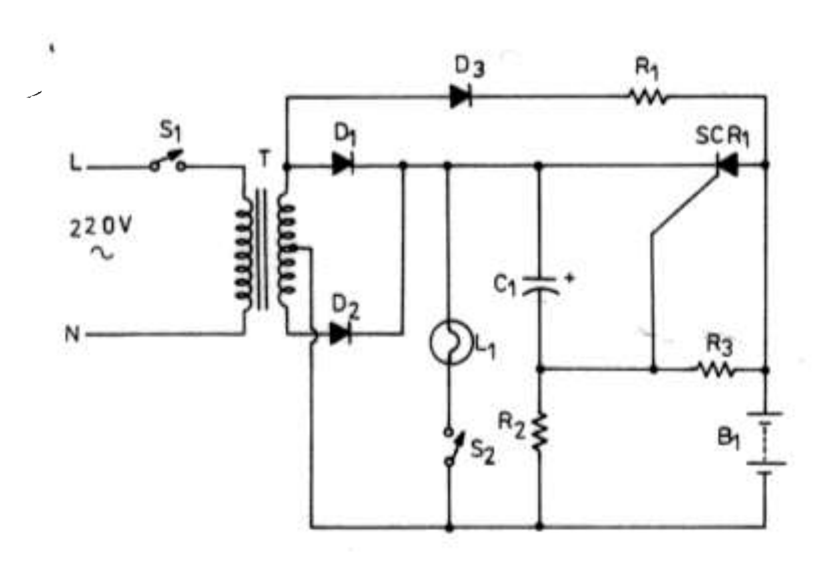
الشكل رقم (٦ – ٣) يعرض مخطط التوصيلات الخلفية للدائرة رقم (29) منفذاً على لوحة توصيل مثقبة.



الشكل (٦ – ٣)

الدائرة رقم (٣٠) :

الشكل رقم (٦ - ٤) يعرض دائرة مصدر إضاءة طوارئ يتم التحكم فيه آليًا بواسطة SCR .



الشكل (٦ - ٤)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 33 Ω / 0.5w	R_1
مقاومة كربونية 150 Ω / 0.5w	R_2
مقاومة كربونية 1 kΩ / 0.5w	R_3
مكثف كيميائى سعته 10 µF / 25V	C_1
موحد سليكونى طراز By 126	$D_1 : D_3$
ثنائى سليكون متحكم فيه (ثايرستور) طراز KD 2104	SCR_1
محول خافض (C.T) (6.3 - 0 - 6.3V) / 220 - 1A	T
لمبة 6V قدرتها 3w	L1
بطارية قلوية 6V Ni - cad	B_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة .	S_1, S_2

نظرية عمل الدائرة:

تغذى الدائرة بواسطة دائرة توحيد الموجة الكاملة المكونة من المحول T والموحدان D_1, D_2.

١ - فى حالة وجود جهد المنبع:

نلاحظ أنه يغلق المفتاح S_1 يمر تيار دائرة التوحيد إلى الدائرة فتضىء اللمبة L_1 مباشرة كما يمر جزء من تيار دائرة التوحيد عن طريق R_1, D_3 لشحن البطارية B_1، والمحافظة عليها مكتملة الشحن فى حين تعمل R_1 على تحديد تيار شحن البطارية.

كما يتم شحن المكثف C_1 إلى ما يقرب من القيمة العظمى لخرج دائرة التوحيد. ويلاحظ أن الثايرستور SCR_1 موصل مصعده مع القطب الموجب للبطارية. والبوابة مع القطب الموجب للبطارية عن طريق R_3، بينما يوصل المهبط مع القطب الموجب للمكثف C_1 ولارتفاع شحنة المكثف وقطبيتها الموجبة المتصلة بالمهبط يكون الثايرستور فى حالة قطع فلا يمر تيار البطارية من خلاله.

٢ - فى حالة فصل المنبع:

فى حالة فصل المنبع عن الدائرة لا يكون هناك شحنة على المكثف C1 وعلى ذلك ينخفض جهد المهبط للثايرستور SCR1 بالنسبة لجهد المصعد له وحصول البوابة على الجهد الكافى للإشعال يتحول الثايرستور إلى وضع الاشعال ويمرر تيار البطارية إلى اللمبة L1 لتظل فى حالة إضاءة؛ بينما يكون إتجاه الموحدات D1 : D3 مانعًا لمرور تيار البطارية إلى الدائرة كما أن المكثف تكون إعاقته عالية فلا يمر تيار البطارية من خلاله.

٣ - توصيل جهد المنبع مرة أخرى:

إذا وصل جهد المنبع مرة أخرى يتحول الثايرستور إلى وضع القطع OFF ويمر تيار دائرة التوحيد إلى البطارية عن طريق R1 , D3 .

المفتاح S2 يمكن وضعه مفتوحًا (open) للمحافظة على شحنة البطارية إذا تم فصل الشاحن عن مصدر التغذية لنقلة من مكان لآخر.

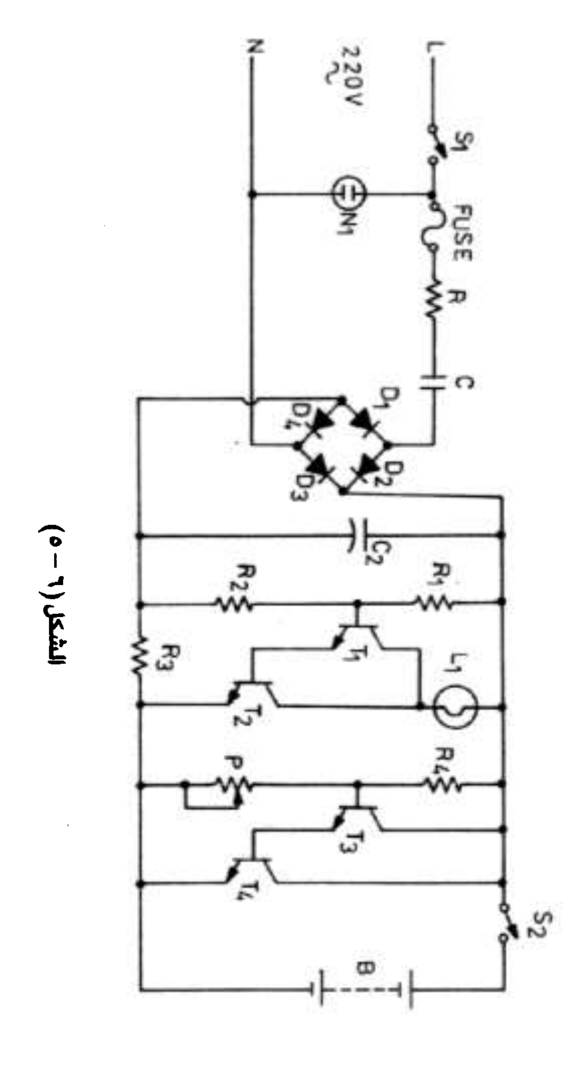
كما أنه يمكن بواسطته التحكم يدويًا فى استخدام الشاحن بالنسبة لإضاءة اللمبة فيمكن بواسطته إطفاء اللمبة فى حالة عدم الحاجة إليها مع استمرار توصيل المنبع وغلق المفتاح S1.

الدائرة رقم (٣١) :

الشكل رقم (٦ – ٥) يعرض دائرة مصدر إضاءة طوارئ مع حماية البطارية من الشحن الزائد.

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 5W / 56 Ω	R
مقاومة كربونية 0.5W / 330 Ω	R_1
مقاومة كربونية 0.5W / 120 Ω	R_2
مقاومة كربونية 1W / 22 Ω	R_3
مقاومة كربونية 0.5W / 1.8 KΩ	R_4
مقاومة كربونية متغيرة 1W / 470 Ω	P
مكثف سعته 50 V / 2μF	C
مكثف كيميائى سعته 75V / 100 μF	C_1
موحد سليكونى طراز 1N4004	$D_1 : D_4$
ترانزستور NPN طراز SL100	T_1 , T_3
ترانزستور NPN طراز 2N3055	T_2
ترانزستور NPN طراز 2N3054	T_4
لمبة 6V وقدرتها 21W	L_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1, S_2
بطارية 6V قابلة للشحن.	B
مصهر 1A	Fase



الشكل (٦ – ٥)

نظرية عمل الدائرة:

بغلق المفتاح S1 يمر فى الدائرة تيار دائرة التوحيد لشحن البطارية B ثم يمر خلال المقاومة R3 ويكون شدة تيار الشحن حوالى 130mA . والجهد الواقع على R3 نتيجة مرور تيار الشحن خلالها يجعل الترانزستوران T_1 , T_2 فى وضع OFF ، فلا يمر تيار خلال اللمبة L_1 التى تبقى معتمة، بينما يستمر شحن البطارية إلى 6.3V وهو أقصى جهد شحن للبطارية.

فى حالة فصل المنبع الرئيسى يمر تيار البطارية إلى الدائرة، ويحصل الترانزستورين T_1, T_2 على جهد الانحياز الكافى ليتحولا إلى ON عن طريق المقاومتين R_1, R_2 فيمر تيار البطارية فى اللمبة لتضيىء.

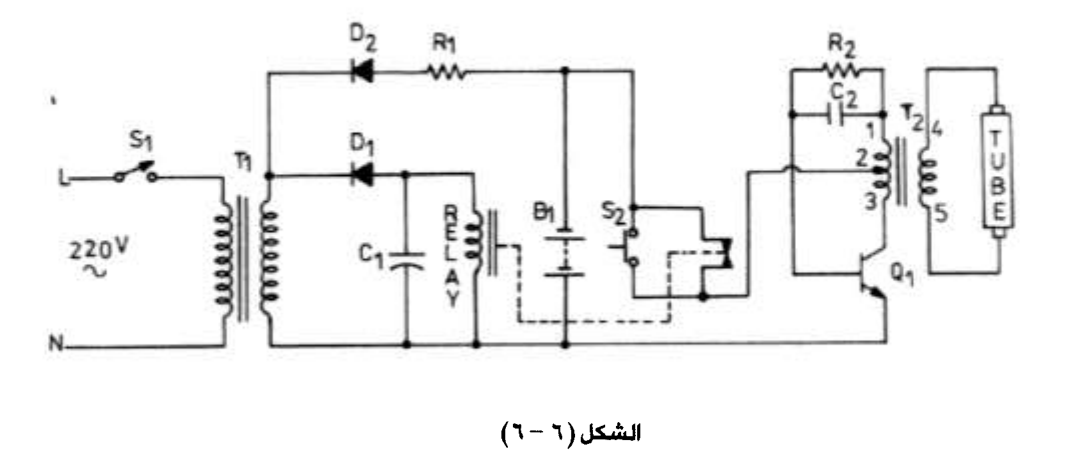
الترانزستوران T_3 , T_4 يعملان على حماية البطارية من الشحن الزائد وذلك بضبط المقاومة P_1 فعندما يصل جهد البطارية إلى (6.3V) يتحول T_3 إلى ON وخرج T_3 يحول بالتبعية T_4 إلى حالة التوصيل ON فيمر تيار الشحن الزائد من خلال T_4 إلى أرضى الدائرة بدلاً من المرور إلى البطارية.

معايرة الدائرة:

تفصل البطارية ويوصل بدلاً منها جهاز قياس الجهد المستمر (V-meter) فى نقطتى توصيل البطارية ثم تضبط المقاومة P_1 حتى يعطى جهاز القياس قراءة 6.3V ثم يفصل جهاز القياس وتوصل البطارية مكانها مرة أخرى.

الدائرة رقم (٣٢) :

الشكل (٦-٦) يعرض دائرة مصدر إضاءة طوارئ باستخدام لمبة فلورسنت.



الشكل (٦ - ٦)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 10W/50Ω	R_1
مقاومة كربونية 2W/680Ω	R_2
مكثف كيميائى سعته 12V/100μF	C_1
مكثف كيميائى سعته 220V/1μf	C_2
ترانزستور NPN طراز ASZ15	Q_1
محول 2A - 220/6V	T_1
محول عاكس	T_2
ريلاى ريشتة مغلقة فى الوضع العادى (N.C) 6V/300Ω	Relay
بطارية 6V	B_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
ضاغط ريشته مفتوحة.	S_2

نظرية عمل الدائرة:

دائرة العاكس (التى تقوم بتحويل التيار المستمر إلى متردد) تتكون من الترانزستور Q_1، المحول T_2، والمكثف C_2 ، والمقاومة R_3 . والترانزستور يعمل فى الدائرة كمذبذب هارتلى Hartly .

فعند انقطاع مصدر التغذية يوصل الطرف السالب للبطارية إلى النقطة رقم (2) (نقطة المنتصف للمحول T_2)، عن طريق ريشة الريلاى المغلقة فى الوضع العادى (لعدم مرور تيار فى ملف الريلاى)، ويولد الجهد الواقع بين النقطتين (2,3) بالتأثير جهد بين النقطتين (1,2) . هذا الجهد يطبق على قاعدة الترانزستور Q_1 عن طريق R_2,C_2 فيبدأ الترانزستور فى التذبذب، مما يؤدى إلى تولد جهد متردد بين النقطتين (1,3) ويتولد بالتأثير جهد متردد على الملف الثانوى للمحول T_2 يصل هذا الجهد ما بين 600:700V بتردد يصل إلى 400 HZ .

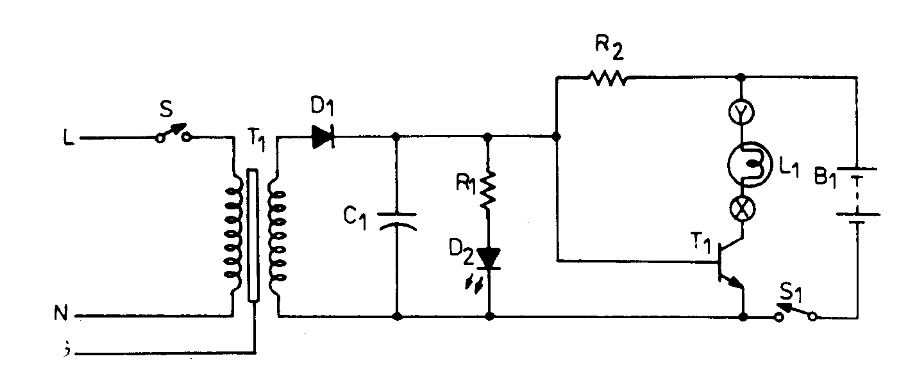
عند عودة مصدر التغذية ينخفض جهد المنبع من 220V إلى 6V بواسطة المحول T_1 كما يتم تقويم هذا الجهد بواسطة الموحد D_2 ويرشح بواسطة C_1 فيؤدى هذا إلى مرور تيار خلال ملف الريلاى فتفتح ريشته مما يؤدى إلى فصل طرف البطارية السالب عن قاعدة الترانزستور Q_1 فيتوقف المذبذب عن العمل وتعتم اللمبة .

وفى نفس الوقت يمر تيار شحن البطارية عن طريق D_1 عبر المقاومة R_2 التى تقوم بتحديد تيار شحن البطارية .

الضاغط S_2 يستخدم لاختبار عمل الدائرة فعند الضغط عليه سوف تضاء اللمبة الفلورسنت وذلك للدلالة على سلامة وحدة الإضاءة .

الدائرة رقم (٣٣) :

الشكل (٦-٧) يعرض دائرة لمصدر إضاءة طوارئ باستخدام لمبة متوهجة .



الشكل (٦-٧)

عناصر الدائرة :

مقاومة كربونية 0.5W/560Ω	R_1
مقاومة كربونية 0.5W/100Ω	R2
مكثف كيميائى سعته 16V/470µF	C_1

موحد سليكونى طراز 1N4001	D_1
موحد باعث للضوء 20mA	D2
ترانزستور NPN طراز 2N 6253	Q_1
محول خافض 220/9V - 250mA	T_1
مفتاح قطب واحد سكة واحدة	S_1
بطارية حمضية 6V وسعتها 10AH	B_1
مفتاح متوهج 6V وقدرته 18V	L_1

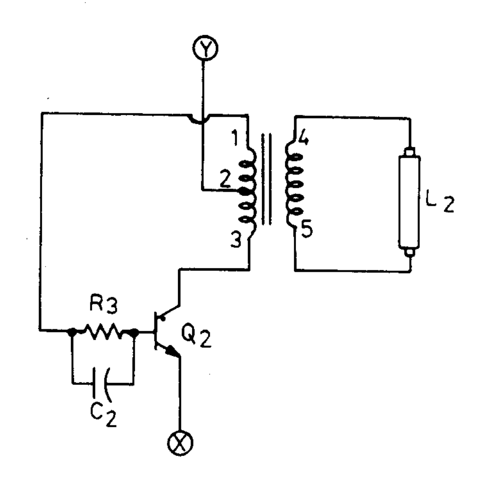
نظرية عمل الدائرة:

يعمل المحول T_1 على خفض جهد المصدر من 220V إلى 9V، حيث يتم توحيد ذلك الجهد بواسطة D_1 وترشيحه بواسطة مكثف الترشيح C_1.

ويضيىء الموحد D_2 الباعث للضوء أثناء وجود المصدر الرئيسى ويمر تيار الشحن عبر المقاومة R_2 لشحن البطارية بتيار شدته 60mA.

وبمجرد انقطاع المصدر الرئيسى يتحول الترانزستور Q_1 إلى حالة الوصل ON حيث إن الباعث سيكون متصلا بالقطب السالب للبطارية فى حين أن القاعدة تكون متصلة بالقطب الموجب للبطارية عبر المقاومة R_2 ويضيىء المصباح L_1.

ويمكن استبدال المصباح المتوهج فى الدائرة شكل (٦-٧) بالدائرة المبينة بالشكل (٦-٨).



الشكل (٦-٨)

عناصر الدائرة:

مقاومة كربونية 0.5W/82Ω	R_3
مكثف كيميائى سعته 16V/1µF	C_2
ترانزستور NPN طراز 2N3055	Q_2
محول C.T (6-0-6V)/220 وسعته 20VA	T_2
لمبة فلورسنت 220V وقدرتها 20W	L_2

نظرية عمل الدائرة:

يعمل الترانزستور Q_2 والمقاومة R_3 والمكثف C_2 كمذبذب هارتلى Hartly، فعند انقطاع المصدر الرئيسى يوصل الطرف الموجب للبطارية إلى نقطة المنتصف للمحول T_2 النقطة (2) ويولد الجهد الواقع بين النقطتين (3 , 2) بالتأثير جهد بين النقطتين (2 , 1)، هذا الجهد يطبق على قاعدة الترانزستور عن طريق كل من C_2 , R_3 فيبدأ الترانزستور Q_2 فى التذبذب ويتولد جهد متردد بين النقطتين 3 , 1 ومن ثم يتولد بالتأثير جهد متردد على الملف الثانوى للمحول T_2 يصل جهده إلى 220V، عند عودة مصدر التغذية يتحول الترانزستور Q_2 لحالة القطع فيتوقف المذبذب وينطفئ المصباح الفلورسنت.

الملاحـــق

ملحق رقم (١)

تنفيذ المشاريع الالكترونية

يمكن تنفيذ المشاريع الالكترونية باستخدام:

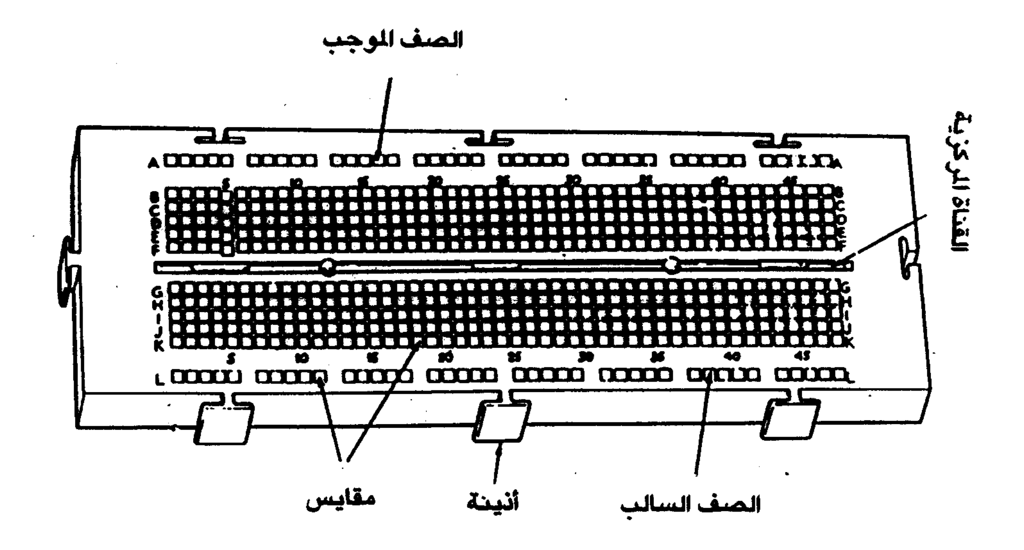
١ – لوحة التجارب Bread Board .

٢ – لوحات الدوائر المطبوعة (P. C. B) .

٣ – اللوحات المثقبة Matrix Boards .

١ – لوحة التجارب Bread Board :

لوحة التجارب هى لوحة تستخدم فى تنفيذ الدوائر الالكترونية بدون لحام، ويمكن بسهولة تبديل عنصر مكان عنصر لمعرفة التأثير الناتج عن هذا التغيير فى أداء الدائرة، والشكل رقم (١) يبين أحد نماذج لوحات التجارب .



الشكل (١)

يحتوى هذا النموذج على 12 صفاً، والصف العلوى والسفلى يتكون كل منهما من 40 قابساً متصلة فيما بينها لكل صف، ويخصص الصف العلوى عادة للجهد الموجب للدائرة الالكترونية، فى حين يخصص الصف السفلى للجهد السالب، أما باقى الصفوف العشرة فيحتوى كل منها على 50 قابساً، وتتصل مقابس كل عمود أعلى القناة المركزية معاً، وكذلك تتصل مقابس كل عمود أسفل القناة المركزية معاً فمثلاً تتصل المقابس B10 , C10 , D10 , E10 , F10 معاً، وكذلك تتصل المقابس G5 , H5 , I5 , J5 , K5 معاً، وهكذا.

حيث إن :

G5 يعنى القابس الموجود فى الصف G والعمود رقم 5.

ويزود هذا النموذج بمجموعة من الأذينات والشقوق على الجوانب الأربعة للوحة لغرض تجميع أكثر من لوحة تجارب معاً لعمل لوحة تجارب ذات مساحة كبيرة لإمكان تنفيذ الدوائر الالكترونية الكبيرة عليها.

والجدير بالذكر أنه لا يعتمد على لوحات التجارب فى تنفيذ المشاريع الالكترونية عليها بشكل نهائى بل تستخدم فقط فى اختبار الدائرة قبل تنفيذها باستخدام لوحات الدوائر المطبوعة أو اللوحات المثقبة أو أى نوع آخر من لوحات التنفيذ النهائى.

٢ - لوحات الدوائر المطبوعة (P. C. B) :

تضع هذه اللوحات من الفيبر أو البكاليت أو الألياف الزجاجية وتغطى أحد وجهيها أو كليهما بطبقة رقيقة من النحاس، **وتنقسم إلى :**

أ - لوحات بوجه واحد من النحاس.

ب - لوحات بوجهين من النحاس.

جـ - لوحات بوجه نحاسى مغطى بطبقة حساسة للضوء (فوتوغرافية).

د - لوحات بوجهين من النحاس المغطى بطبقة حساسة للضوء (فوتوغرافية).

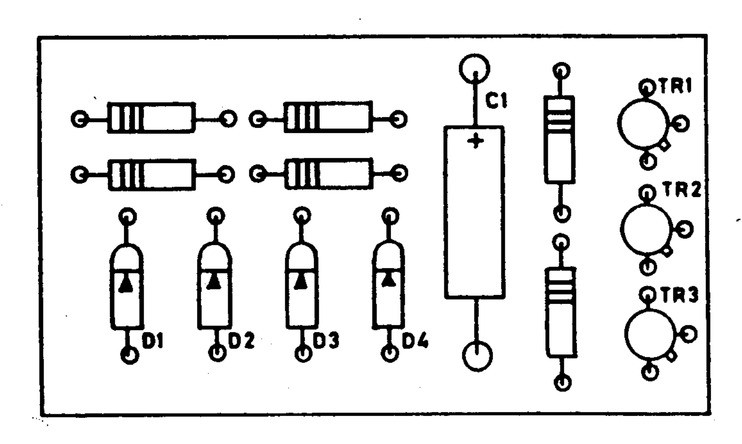
أولا : خطوات تنفيذ المشاريع الالكترونية على لوحة بوجه واحد من النحاس :

هناك عدة مراحل يجب اتباعها لتنفيذ المشاريع الالكترونية على هذا النوع من اللوحات وهى :

أ - توزيع العناصر المستخدمة فى الدائرة :

تتم خطة توزيع العناصر المستخدمة فى دائرة المشروع الالكترونى المراد تنفيذه أولاً باستخدام ورقة من الشفاف تثبت على ورقة مربعات صغيرة محدداً عليها الأبعاد الحقيقية للوحة المستخدمة، حيث ترسم المساقط الأفقية للعناصر الالكترونية المستخدمة بالأبعاد الحقيقية لكل عنصر داخل إطار لوحة التوصيل، كما أنه يجب مراعاة توزيع العناصر داخل إطار لوحة التوصيل توزيع مناسب بأسلوب يتيح الاستغلال الأمثل لمساحة اللوحة، كما يجب أن يكون أحد محاور تلك العناصر موازياً لأحد أبعاد لوحة التوصيل.

والشكل رقم (٢) يبين طريقة التنظيم الجيد للعناصر الالكترونية لأحد اللوحات النحاسية المستخدمة.



الشكل (٢)

ب - تصميم مخطط التوصيل :

تقلب ورقة الشفاف وتحدد نهايات أطراف توصيل العناصر الالكترونية، والتى

تمثل نقاط لحام (تثبيت) العناصر على لوحة التوصيل ثم تحدد نقاط الدخل والخرج، وكذلك النقاط المساعدة كالتى يراد بواسطتها إجراء بعض القياسات على الدائرة، أو توصيل أجهزة إلى الدائرة وما إلى ذلك.

ثم بالاستعانة بدائرة سير التيار للمشروع (الدائرة النظرية) يتم التوصيل بين تلك النقاط بما يحقق الهدف من الدائرة.

جـ - تقل مخطط التوصيل على الوجه النحاسى للوحة التوصيل:

بعد المراجعة والتأكد من صحة مخطط التوصيل الذى تم تنفيذه على ورقة الشفاف تطبق ورقة الشفاف على الوجه النحاسى للوحة التوصيل على أن يكون اتجاه مخطط التوصيل لأعلى، ثم توقع جميع نقاط مخطط التوصيل على الوجه النحاسى، وباستخدام الرموز والمسارات اللاصقة المختلفة كالمبينة شكل (٣) يتم فى البداية لصق نقاط تثبيت المقاومات والمكثفات والترانزستورات ... إلخ فى أماكنها المحددة على لوحة التوصيل ثم تلصق قواعد الدوائر المتكاملة مع الأخذ فى الاعتبار اتجاه الرجل رقم (١) لأى دائرة متكاملة. وبعد تثبيت جميع نقاط اللحام يتم التوصيل فيما بينهما باستخدام المسارات اللاصقة والمناسبة للتيار المار فى الدائرة، وذلك كما هو موضح بالجدول رقم (١) والذى يوضح العلاقة بين شدة التيار المار وعرض المسار المستخدم.

الجدول (١)

التيار mA	<500mA	500 : 1500	1500 : 3000
عرض المسار mm	0.6	1.6	3

كما أنه يجب تجنب حدوث أى تقاطعات بين المسارات أو تلامس فيما بينها لتفادى حدوث دوائر قصر، وكذلك لصق نقاط التثبيت والمسارات بطريقة جيدة، حتى لا تحدث دوائر مفتوحة فى مسار التيار، مع الأخذ فى الاعتبار عدم ملامسة طبقة النحاس أثناء العمل بالأيدى مباشرة حتى لا تحدث مشاكل عند التحميض، ولذلك يفضل لبس القفاذات المرنة أثناء العمل.

د - التحميض والتثقيب :

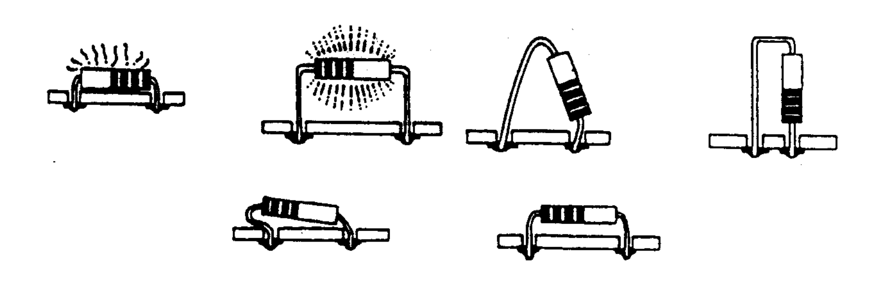
توضع لوحة التوصيل بعد الانتهاء من تنفيذ مخطط التوصيل على الوجه النحاسي وبصورة سليمة داخل كيس من البلاستيك ويصب عليها قليل من الحامض المستخدم [محلول كلوريد الحديد (350 جرام من كلوريد الحديد +0.5 لتر ماء)]، ثم يغلق الكيس جيداً ويوضع في ماء ساخن مع التحريك على أن يكون اتجاه التوصيلات لأسفل وذلك للإسراع في عملية التحميض.

بعد التأكد من التخلص من طبقة النحاس غير المستخدمة تخرج اللوحة من الكيس البلاستيكي وتغسل تحت ماء جاري وتجفف، ومن ثم وباستخدام قطعة من ليف السلك الناعم تزال نقاط التثبيت والمسارات اللاصقة برفق، ثم تغسل مرة أخرى وتجفف بسرعة وترش بمادة بلاستيكية لعدم أكسدة طبقة النحاس الممثلة لمخطط التوصيل.

تثقب نقاط التوصيل بواسطة مثقاب خاص، وباستخدام ريشة لها قطر مناسب لنقطة التثبيت، حيث تمر تلك الريشة بالنقطة المفرغة الموجودة بمركز نقطة التثبيت.

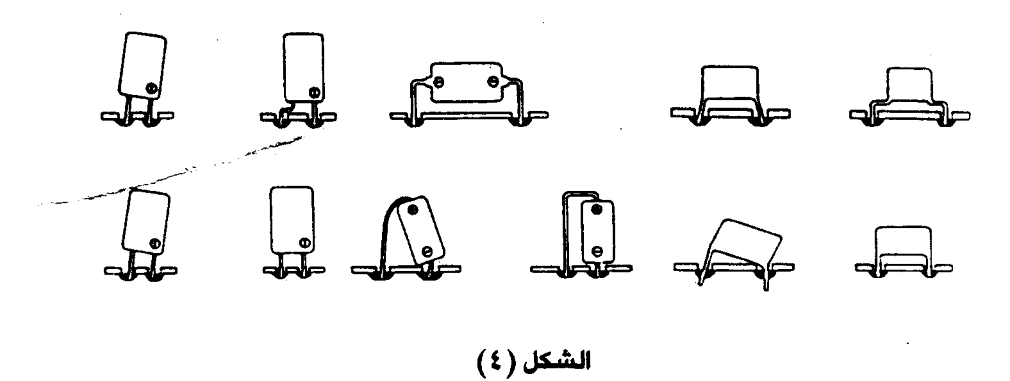
هـ - تثبيت العناصر الالكترونية :

يفضل تثبيت العناصر الأنبوبية الشكل (مقاومات - ثنائيات) أفقياً في حين ينصح بالتثبيت الرأسي عندما تكون مساحة اللوحة المستخدمة غير كافية (يراعى ذلك عند خطة توزيع المكونات على لوحة التوصيل)، كما يجب المحافظة على مسافة معقولة بين العنصر واللوحة المطبوعة للتهوية الجيدة، الشكل (٣) يبين طريقة التثبيت الصحيحة والخاطئة للمقاومات.



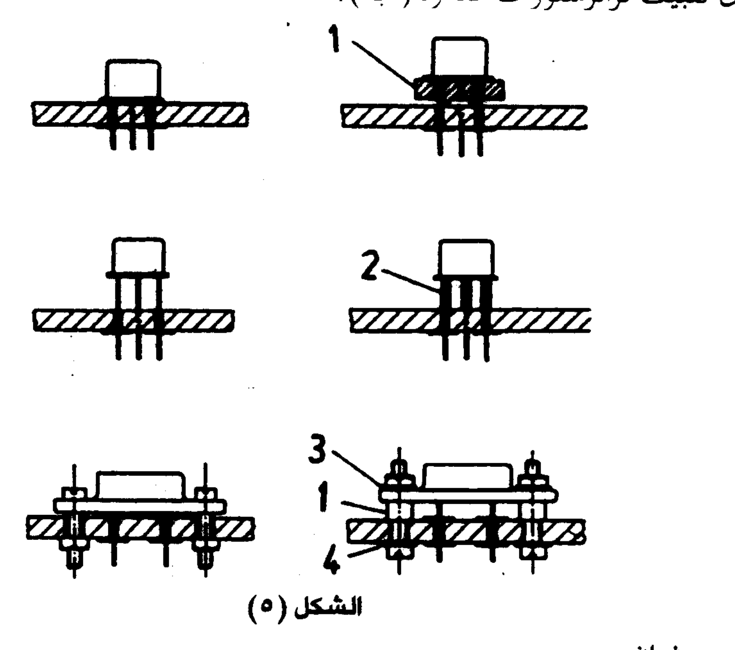
الشكل (٣)

أما الشكل (٤) فيبين طرق التثبيت الصحيحة والخاطئة لأنواع مختلفة من المكثفات.



الشكل (٤)

ويعرض كذلك الشكل (٥) طرق تثبيت الترانزستورات الصغيرة (أ)، وكذلك طرق تثبيت ترانزستورات القدرة (ب).



الشكل (٥)

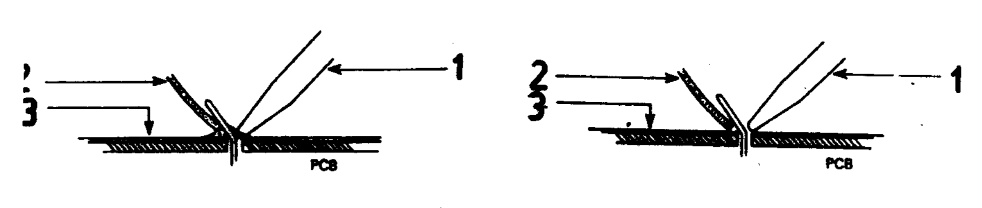
حيث إن :

فاصل	1
جلبة	2

وردة زنبركية	3
وردة عادية	4

و - لحام العناصر الالكترونية :

باستخدام القصدير وكاوية اللحام يتم تثبيت العناصر على اللوحة المطبوعة، كما بالشكل (٦).



الشكل (٦)

حيث إن :

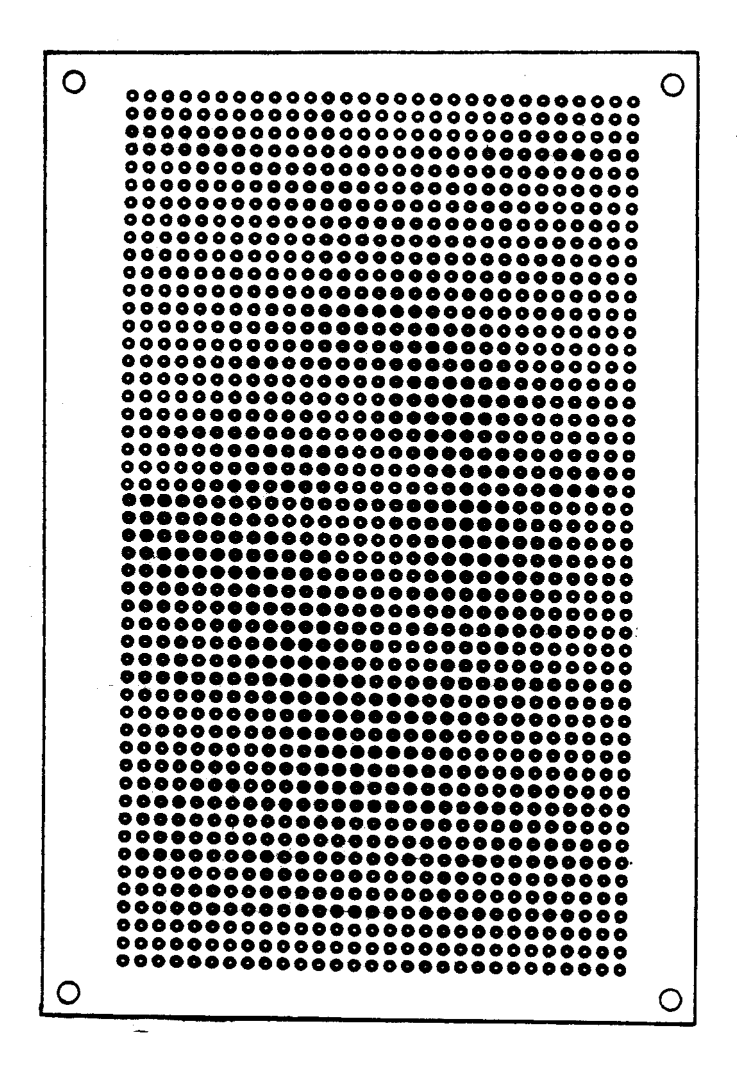
سلاح كاوية اللحام	1
سلك القصدير	2
طبقة النحاس للوحة المطبوعة	3

٣ - اللوحات المثقبة :

تستخدم اللوحات المثقبة فى تنفيذ المشاريع الالكترونية؛ وذلك لمن لم يتوفر لديهم الخبرات اللازمة لتنفيذ المشاريع الالكترونية على اللوحات المطبوعة (PCB).

وتصنع هذه اللوحات من الفيبر أو البكاليت ويثبت عليها نقاط توصيل نحاسية مثقبة على مسافات متساوية تساوى 0.1 بوصة، وبهذه الطريقة يمكن الحصول على اختيارات متعددة لأماكن العناصر الالكترونية مما يسهل عمليه التوصيل فيما بينها، ويتم تثبيت العناصر الالكترونية من الوجه العلوى للوحه المثقبة، فى حين يتم عمل التوصيلات اللازمة بين العناصر الالكترونية باستخدام أسلاك نحاسية معزولة أو عارية مساحتها 0.5mm2 من الوجه الخلفى.

والجدير بالذكر أنه يمكن فك العناصر بعد تنفيذ المشروع، وذلك لاستخدام اللوحة المثقبة فى مشروع آخر، وهذا مالا يتحقق عند استخدام اللوحات المطبوعة، والشكل (٧) يعرض نموذجاً للوحة مثقبة، ويعاب على اللوحات المثقبة انفصال نقاط النحاس إذا تعرضت لدرجات حرارة عالية، ولذلك يفضل استخدام كاويات لحام من النوع الذى يمكن التحكم فى درجة حرارته والمبين بالشكل (٨).



الشكل (٧)



الشكل (٨)

ملحق (٢)

أوضاع أرجل أشباه الموصلات المستخدمة فى المشاريع

أولا : أوضاع أرجل الترانزستورات والثايرستورات .

C5U G K A	TIC 236A TIC 246A A1 A2 G	TIC106C K A G
2N5146 K G A	2N682 C20F G K A	2N3668 G A K
BC147 BC148 BC157 C B E	BC107 BC140 BC143 BC177 2N2905 2N4896 SK100 SL100 B E C	2N3393 2N3416 B C E
BC547 BC557 BC559 BC337 C B E	2N3054 2N3055 2N6253 ASZ15 B C E	TIP 2955 B C E
BD140 B C E	MPU131 A G K	

ثانياً: أوضاع أرجل الدوائر المتكاملة.

